

## СЪВРЕМЕННИ ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОМПЮТЪРНАТА И КОМУНИКАЦИОННА ТЕХНИКА

Иван Колев, Елена Колева

### MODERN LASER TECHNOLOGIES IN THE COMPUTER AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Ivan Kolev, Elena Koleva

**Резюме:** I. Съвременни лазерни технологии в компютърната техника. II. Съвременни лазерни технологии в комуникационната техника. III. Оптични компютри. Оптична обработка на информацията. IV. Оптични мрежи. V. Оптичен солитон. Оптични солитонни комуникационни системи

**Ключови думи:** лазерни технологии, оптична обработка на информацията, оптични солитонни комуникационни системи

**Abstract:** I. Modern laser technology in computer technologies. II. Modern laser technology in communication equipment. III. Optical computers. Optical information processing. IV. Optical networks. V. Optical solitons. Soliton Optical Communication Systems

**Keywords:** laser technology, optical information processing, optical communication systems solitons

В табл. 1 са дадени съвременните направления за приложение на лазерните технологии.

#### I. СЪВРЕМЕННИ ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОМПЮТЪРНАТА ТЕХНИКА

A. Лазерни системи за запомняне на информацията.

Основните оптични устройства за запомняне на информацията са: оптични дискове, оптични карти, некохерентни оптични памети и холографски памети:

- CD дискове;
- DVD дискове;
- магнито-оптични дискове;
- оптични карти;
- холографски памети.

##### 1. Компакт-дискове (CD)

Произвеждат се с диаметри  $\varnothing 120$  mm и  $\varnothing 80$ mm.

По-подробно устройството на CD е разгледано в [1- 6, 7, 9, 10]. На фиг. 1. а е показана оптична четяща системата на CD. На фиг. 1. б е дадена схема на оптичната четяща система на CD. На фиг. 2 е показано как изглеждат маркерите (вдлъбнатините) (pits) на информационната повърхност на CD. Цифровите данни се записват чрез различна дължина на маркерите и разстоянието между тях. На фиг. 3 е показано как се получава сигналът за грешка при фокусирането – тук с А, В, С, D, Е и F са означени 6 PIN фотодиода – позиционно чувствителни (PSD). Грешката при фокусирането е:

$$(1) \quad (A + C) - (B + D)$$

Сигналът за радиална грешка е:

$$(2) \quad E - F$$

Високочестотният сигнал HF е:

$$(3) \quad HF = A + B + C + D$$

На фиг. 4 е дадена дифракционната картина и сигнала за радиална грешка.

На фиг. 5 е представена блоковата схема на системите за управление на CD плейър.

Табл. 1. Лазерни технологии - направления.

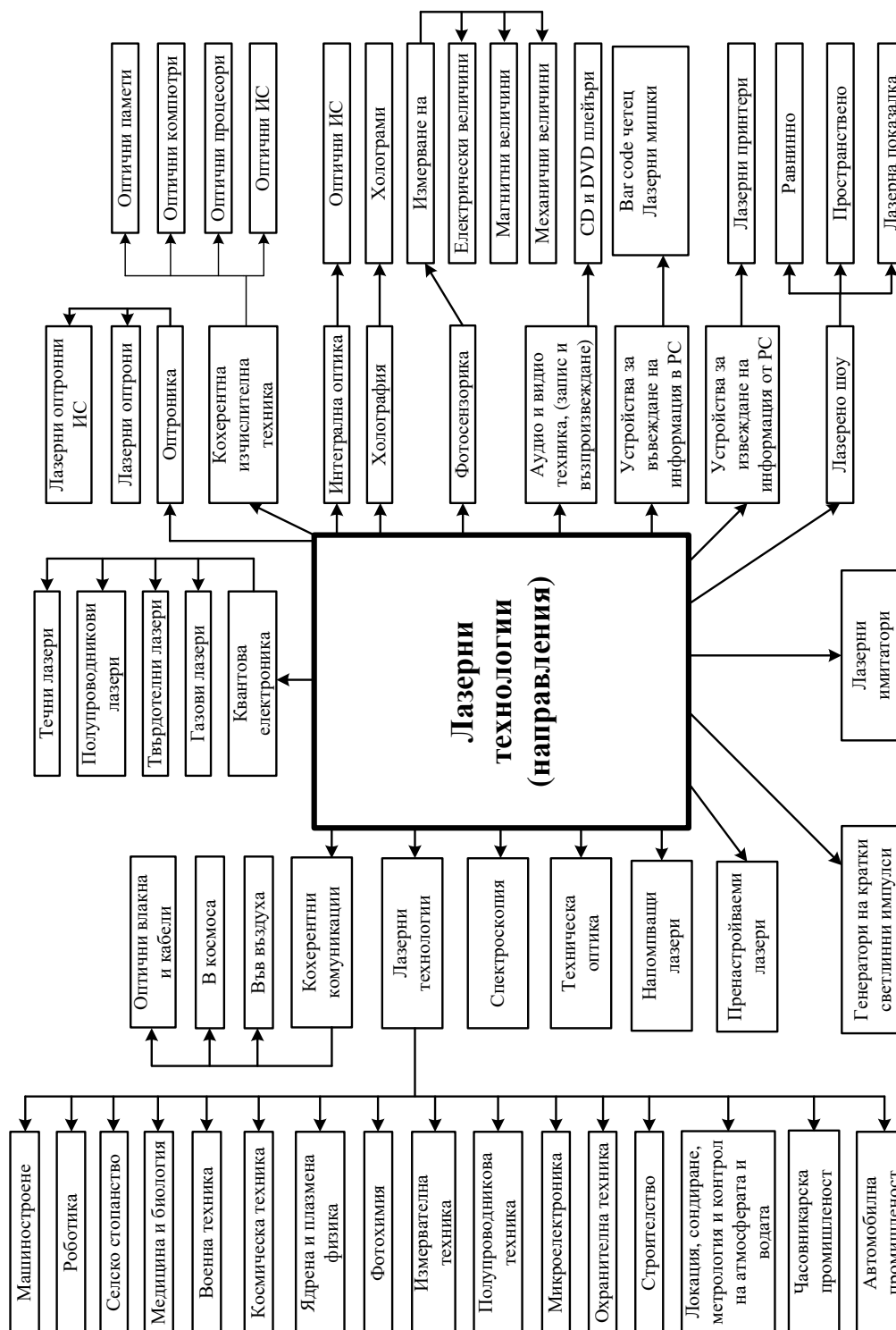
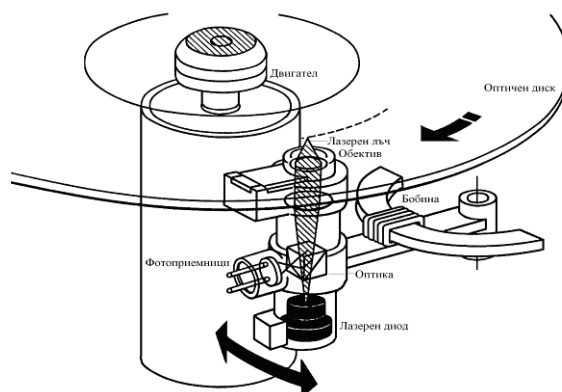
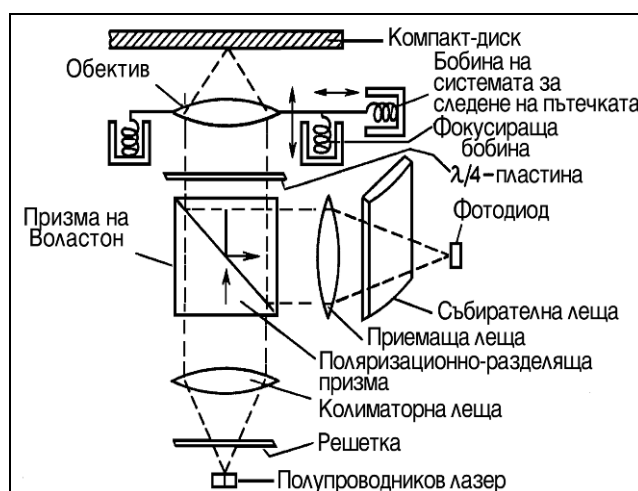


Табл. 1

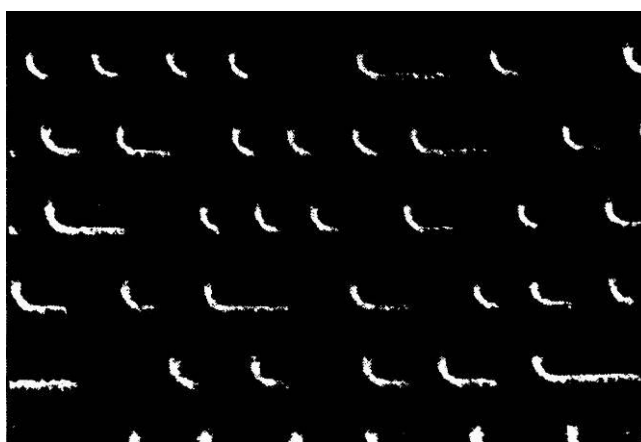
На фиг. 6 е дадена блоковата схема на CD възпроизвеждащо устройство (CD плейър).



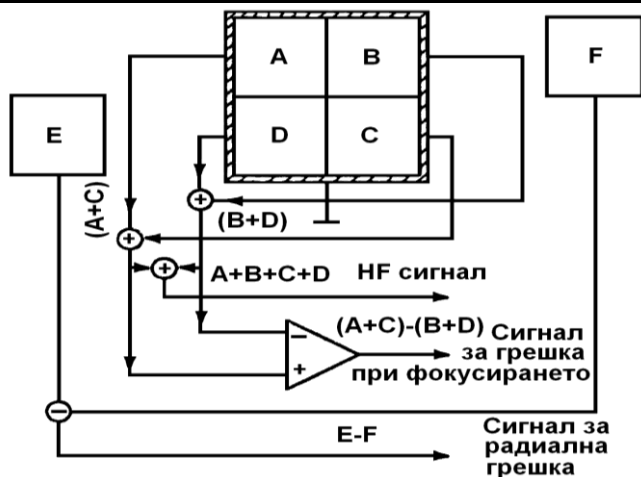
Фиг. 1.а. Оптична система на четящо CD.



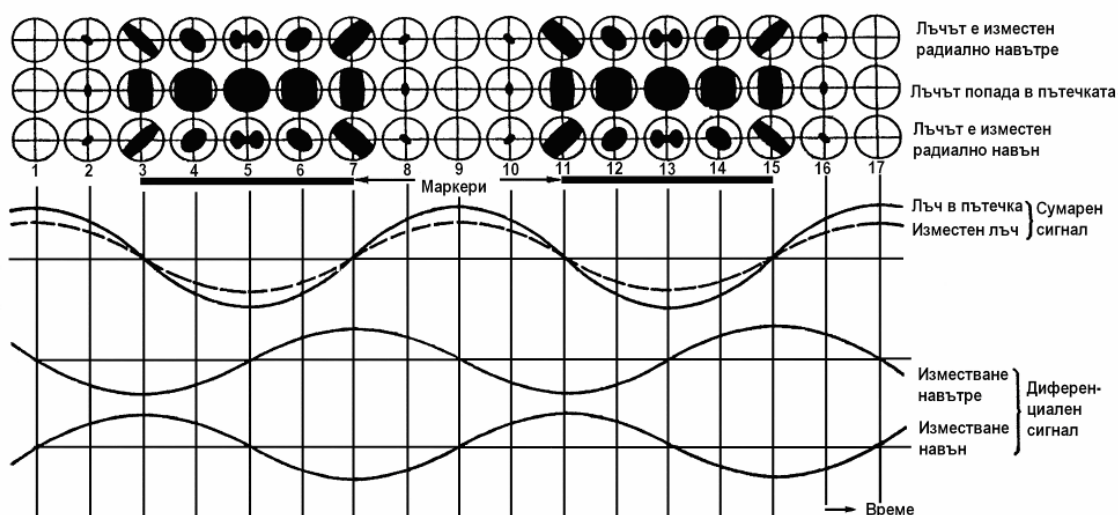
Фиг. 1.б. Оптична система на четящо CD.



Фиг. 2. Маркерите (Питове) при CD дискове.

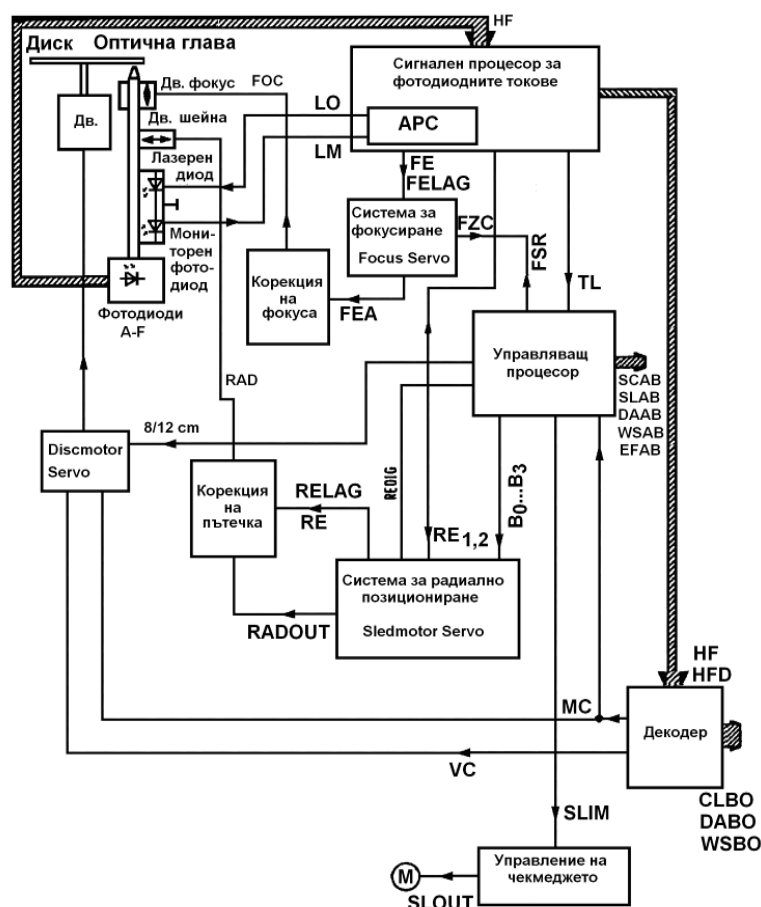


Фиг. 3. Сигналът за грешка при фокусирането на CD дискове.



Фиг. 4. Дифракционната картина и сигнала за радиална грешка при CD

Със CD дисковете са създадени редица устройства: CD-плейър (CD-player), MP3, MP4 player; CD-дискмен (CD-discman); CD-ченчер (multi Play CD-Player). Във фиг. 5 е изложена блоковата схема за управлението на CD плейър, а на фиг.6 е блокова схема на CD възпроизвеждащо устройство.



Фиг. 5

## 2. DVD дискове (Digital Versatile Disk)

В DVD се използва лазерен диод с дължина на вълната 635 nm (червен цвят), с което размерът на вдлъбнатините на диска намалява под 1  $\mu\text{m}$ . DVD дисковете имат и регионални кодове. Третото поколение DVD плейъри възпроизвеждат DVD дискове с DTS (Digital Surround) звуков сигнал.

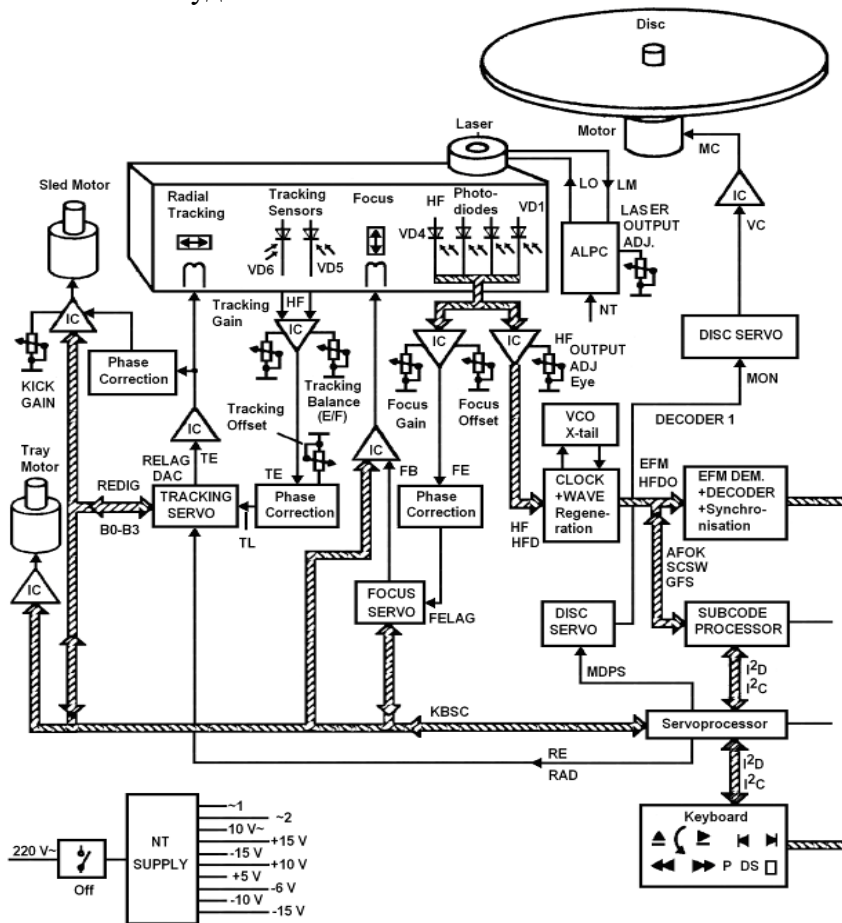
За запис на DVD-R дисковете се използват специални DVD-R записващи устройства. DVD дисковете могат да бъдат освен еднослойни и двуслойни, както едностранни, така и двустранни. Примерен обем на информацията 4.7 GB за едностранен еднослоен диск. Цена – вече под 1 лв. При двустранен двуслоен DVD диск капацитетът достига до 17 GB. Капацитетът на едностранен еднослоен DVD диск със същите размери на CD диск е 7 пъти по-голям.

DVD видео диск може да съхрани до 135 min (2 h 13 min) филм с цифрово качество с хоризонтална разрешителна способност 500, а видеокасета VHS има 280 хоризонтални линии разрешителна способност. При DVD-Audio шумопотискането е чрез Dolby-Digital.

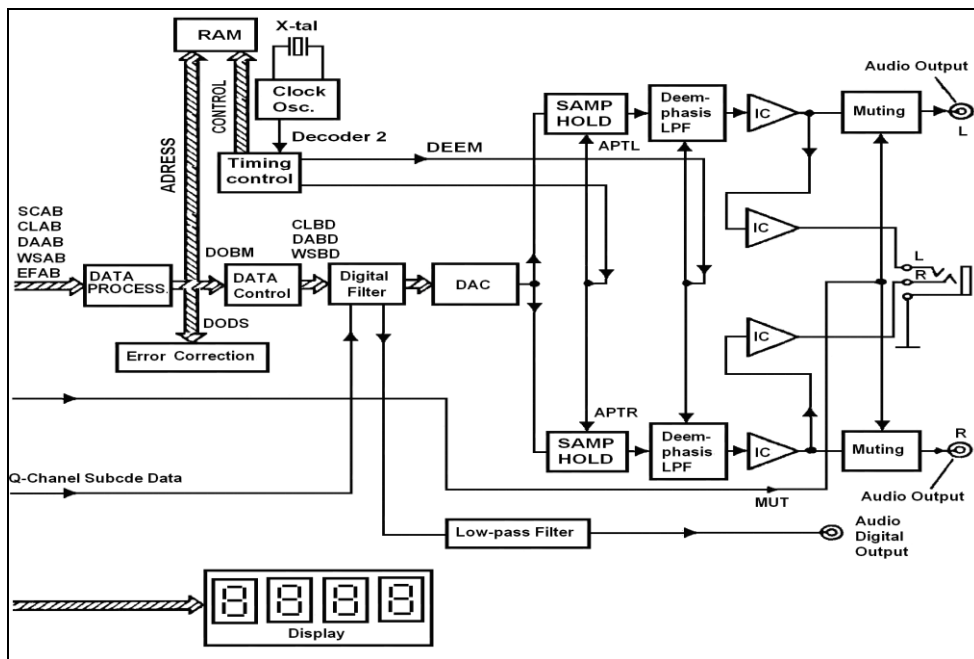
*Видове DVD дискове:*

- DVD;
- DVD-ROM – не може да се записва от потребителя;
- DVD-R (Recordable)– записва се само веднъж;

- DVD-RAM – за многократен запис и четене;
- DVD-RW (Rewrite) – за многократен запис и четене;
- DVD-Video – DVD – видео;
- DVD-Audio – DVD – аудио.



Фиг. 6.



Фиг. 6 (Блоковата схема на CD възпроизвеждащо устройство-продължение)

В табл. 2 са дадени видовете DVD дискове. В табл. 3 са сравнени параметрите на CD дискове и на DVD дискове.

Табл. 2 Видове DVD дискове

Вид	Тип	Капацитет
Едностраничен, еднослоен	DVD-5	4,7 GB
Едностраничен, двуслоен	DVD-9	8,5 GB
Двустраничен, еднослоен	DVD-10	9,4 GB
Двустраничен, двуслоен	DVD-18	17,0 GB

Табл. 3 Сравнение на параметрите на CD и DVD дискове

Параметри	CD	DVD
Дължина на вълната на лазерния диод	780 nm (ИЧ)	650 nm/635 nm (червен)
Излишък за корекция на грешки	25 %	15,4 %
Разстояние между пътеките	1,6 $\mu\text{m}$	0,74 $\mu\text{m}$
Размер на маркерите	0,9 $\mu\text{m}$	0,4 $\mu\text{m}$
Вътрешен радиус на прозрачната зона	25 mm	24 mm
Капацитет за слой	до 870 MB	4,7 GB

Основните слоеве в един DVD най-общо са прозрачен слой; слой за данни; непрозрачен слой.

Основните слоеве в един DVD-R са:

- Printed Layer – слой за печатане (запис);
- Dummy – предпазен слой;
- Substrate Layer – слой подложка;
- Adhesive Layer – адхезионен слой (за прилепване);
- Silver Reflective Layer – сребърен отражателен слой;
- Recording Layer – слой за запис;

Polycarbonate Substrate Layer – подложка от поликарбонатен слой.

В табл. 4 е направено сравнение между четири типа DVD дискове.

Табл. 4

Тип DVD	DVD ROM	DVD ROM	DVD- R(A)	DVD- R (Data, Video)	DVD- RW	DVD +RW
Параметър	Еднослоен	Двуслоен	Authoring	General	Еднослоен	Еднослоен
Капацитет, GB	4,7	8,54	4,7(3,95)	4,7	4,7	4,7
Дължина на вълната, nm	650	650	635	650	650	650
Отражателна Способност	45 – 85 %	18 – 30 %	45 – 85 %	45–85 %	18 – 30 %	18 – 30 %
Дълбочина на Модулацията	> 0,6	> 0,6	> 0,6	> 0,6	> 0,6	> 0,6
Широчина на пътеката, $\mu\text{m}$	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Минимална дължина на маркера, $\mu\text{m}$	0,4	0,44	0,4 (0,44)	0,4 (0,44)	0,4	0,4

### ***Blu-Ray– дискове***

При използване на син лъч (Blu-Ray) с дължина на вълната  $\lambda = 405 \text{ nm}$  ширината на пътечките е  $0,32 \text{ }\mu\text{m}$ , а капацитетът – 27 GB. Blu-Ray– дискове за цифрово видео – 12 часа видео във формат HDTV при скорост на потока 24 Mbit/s или 12 часа видео при поток 4 Mbit/s с качество SDTV/VHS. Дебелината на защитния слой е намалена от 0,6 до 0,1 mm. Диск  $\varnothing 120 \text{ mm}$  е 27 GB при скорост на прехвърляне на данните 36 Mbit/s. Диск  $\varnothing 30 \text{ mm}$  е с капацитет 1 GB. Утвърден формат за DVD дискове 27 GB е BD–27. Има информация за съществуване на двуслойни дискове до 54 GB. Blue-violet disk тип HD DVD е с дължина на вълната на лазерния излъчвател  $\lambda = 405 \text{ nm}$ .

#### Параметри на Blu-Ray DVD дискове на фирмата Sony:

- дебелина на диска – 1,1 mm;
- диаметър на диска – 120 mm;
- капацитет – (23 – 27) GB / страна;
- време за възпроизвеждане > 120 min за HD video; > 13 h за стандартно видео;
- дължина на вълната на лазера – 405 nm (синьо-виолетово);
- plays – HD DVD, DVD, DVD–R, DVD–RW;
- числова апертура (NA) – 0,87.

### **3. Магнитно-оптични дискове**

#### *Основни параметри:*

- размер 3,5" – 128 MB, 5,25" – 650 MB (1" = 25,4 mm);
- време за достъп –  $\leq 50 \text{ ms}$  (3,5");
- скорост на въртене – 2400 и 3600 об/мин;
- трайност – (30 – 50) години;
- четене по-чисто оптичен път;
- 3,5" са с двустранен запис;
- запомняне на информацията от магнитен слой;
- охлаждане с въздух;
- източник на светлина – червен лазерен диод с мощност 1 mW;
- чувствителни към запрашеност.

Системата за четене и запис при магнитно-оптичен диск е показана на фиг. 7. Тя се състои от лазерен диод (ЛД), леща–колиматор, призма, леща–обектив, магнит, лещи, фотоприемници (фотосензори).

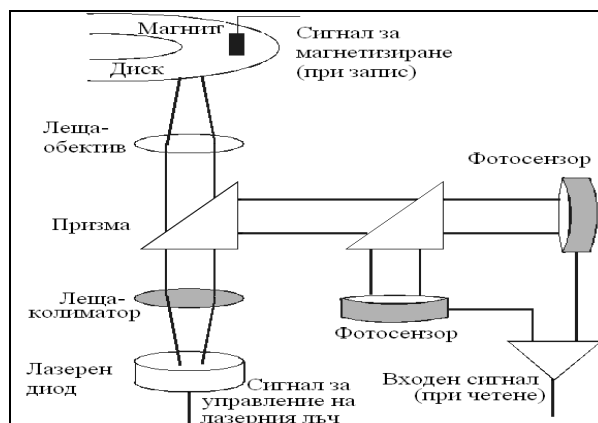
Запис с лазерен лъч. При първия оборот на диска той се загрява до  $180^\circ$  (точката на Кюри) и вече магнитно-оптичния слой се променя от слаби полета и може да се преполяризира (запис). Вече се използва и магнитът за запис.

**Изтриване** – съответната област на диска се поляризира до логическа стойност “нула” от магнитното поле, получено от BIAS – магнит.

**Четене** – чрез ЛД се четат различно поляризирани точки на магнитно-оптичния диск. Отраженият лъч чрез система от лещи и призми попада до поляризационен филтър. Отместването на поляризационната равнина, което е предизвикано от различната



поляризация на диска, се регистрира от фотоприемници. Поляризацията на лазерната светлина се променя според вида на записаната информация на не по-малко от  $1^\circ$  в една или друга посока. Тази промяна се установява чрез поляризационен филтър. Ефект на Кер– (влияние) на магнитното поле върху поляризацията на лазерния лъч. Записът на данните се извършва върху концентрични пътечки.



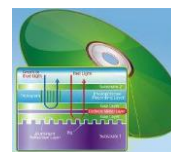
Фиг. 7. Система за четене и запис при магнитно-оптичен диск



Магнито-оптичен диск на фирма SONY

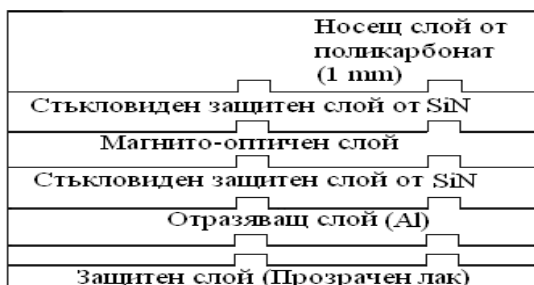


Оптична карта на фирма Canon



Холографски диск

При позициониране на главата се фокусира лазерният лъч и се регулира яркостта му в зависимост разстоянието между оптиката и диска. Върху диска извън зоната за данни има фокусиращи следи (още при производството на диска). Един стандарт за запис е с постоянна ъглова скорост (CAV) и с модифицирана постоянна ъглова скорост (MCAV). Разрез на диска е показана на фиг. 8.



Фиг. 8 Разрез на магнито - оптичен диск

-носещ слой от поликарбонат (прозрачен) – 1 mm. Върху него са пресовани пистите за позициониране;

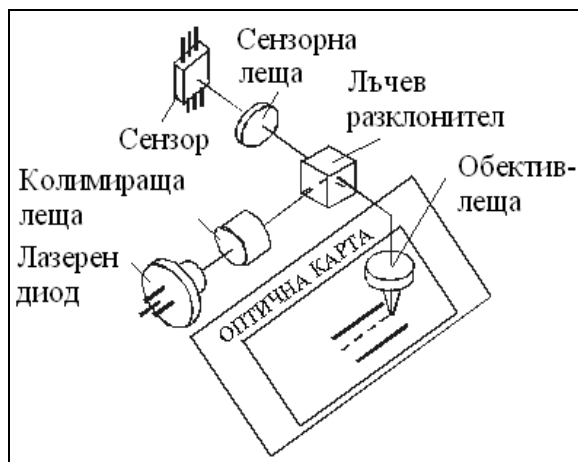
- стъкловиден-защитен слой от SiN;
- магнито-оптичен слой;
- стъкловиден-защитен слой SiN;
- отразяващ слой Al;
- защитен слой
- (прозрачен лак).

#### 4. ОПТИЧНИ КАРТИ

Оптичната карта представлява цифрова памет. В нея могат да се записват цифри, тестове, фотографии, чертежи, отпечатъци. Четенето и записът се извършват с лазерен лъч с диаметър няколко  $\mu\text{m}$ . На фиг. 9 е показана оптичната система. Тя се състои от лазерен диод, колимираща леща, обектив-леща, лъчев разклонител, сензорна леща и фотоприемник (сензор). Четенето и записът се извършват върху специални устройства Reader / Writer.

Параметри на оптичната карта:

- капацитет – 1600 стр. памет (4 МВ) – 3,2 МВ с код с корекции на грешки (ЕСС) и 4,2 МВ без ЕСС;
- четене и запис на данни;
- единични приложения:
- доверителен медицински запис;
- секретно достъпна;
- за обслужване и транспортни средства.
- скорост на запис с верификация – 3,8 kB/s max (2,75 tracks/s);
- скорост на четене – 7,5 kB/s max (5,5 tracks/s);
- време за достъп:
- средно време за търсене – 0,5 s;
- tracks to tracks (пътечки)– 3,5 ms.
- коефициент на грешка –  $10^{-12}$  ЕСС;
- интерфейс – SCSI, IBM PC/AT;
- размери на картата – 54 x 85 x 6 x 0,76 mm;
- работна температура – (5 – 35) °С.



Фиг. 9. Оптична система на оптична карта

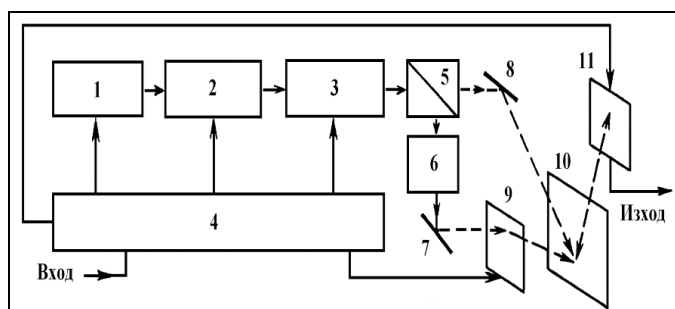
## 5. ХОЛОГРАФСКИ ПАМЕТИ

Те представляват оптични запомнящи устройства (ЗУ) от паралелен тип или ЗУ с *пространствен запис* и четене на информацията с помощта на холографията.

Схема на холографско ЗУ е дадена на фиг. 10.

Означенията имат следния смисъл:

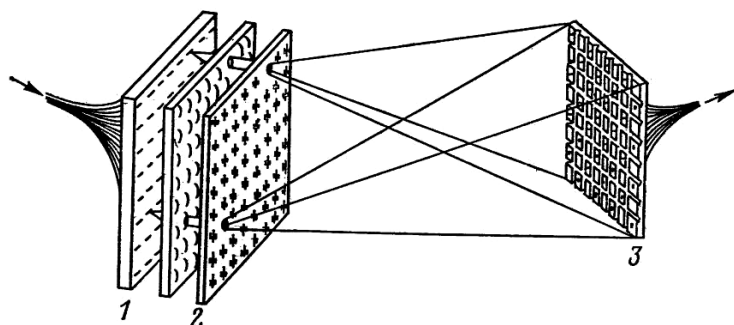
- 1 – лазер; 6 затвор -2;
- 2 – затвор 1; 7 и 8 – огледала;
- 3 – дефлектор; 9 – транспарант;
- 4 – устройство за управление; 10 – фотопластика;
- 5 – оптичен разклонител; 11 – фотоприемник.



Фиг. 10. Холографско запомнящо устройство

Холографските ЗУ имат повишено отношение сигнал/шум. Холографските ЗУ се делят на оперативни ЗУ (RAM) и постоянни ЗУ (ROM).

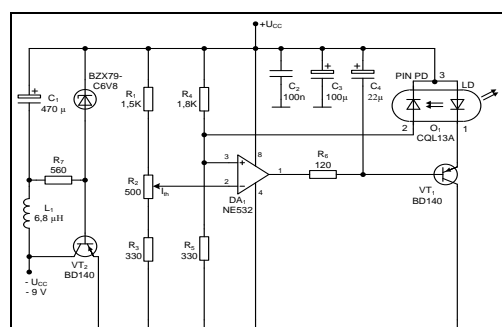
В холографските ЗУ може да се записва и чете: цифрова информация; аналогова информация. Капацитетът на холографските ЗУ е  $(10^8 - 10^{12})$  bit, а времето за достъп – 10  $\mu$ s. На фиг. 11 е дадена схема на малогабаритно холографско ЗУ ( $10^8$  bit), където: 1– матрица от инжекционни лазери; 2– холограма; 3– фотоприемници.



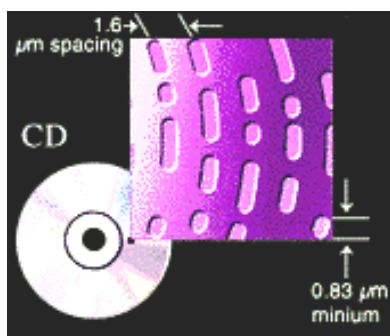
Фиг. 11. Малогабаритно холографско запомнящо устройство

Оптичните ЗУ разгледани до тук се наричат кохерентни оптични ЗУ. Освен кохерентни има и некохерентни оптични ЗУ. На фиг. 12 е показана електрическата схема на четящата глава на CD устройство. PIN фотодиодът служи за осъществяване на оптична отрицателна обратна връзка (ОООВ, ONFB) и поддържане на постоянна мощност на излъчване от лазерния диод LD.

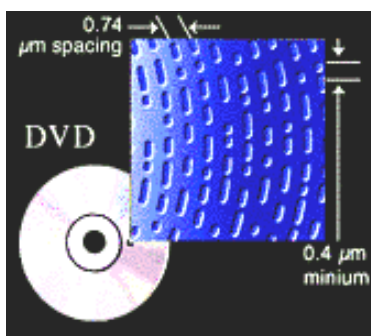
### Електрическа схема на четяща глава на CD плейър



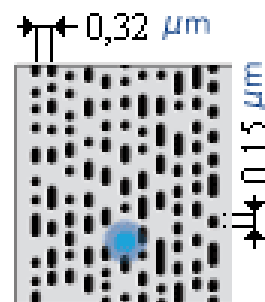
Сравнение на CD, DVD и Blu-ray дискове



CD диск



DVD диск



Blu-ray диск



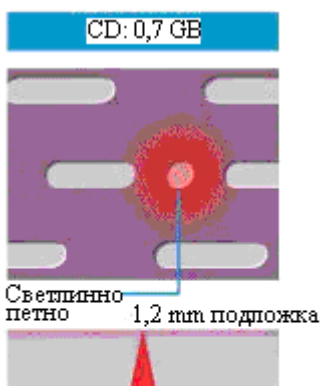
CD-R 870 MB



DVD-R- 4,7 GB



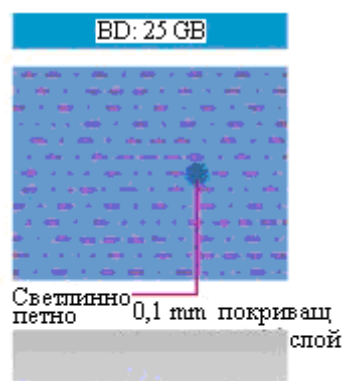
Blu-ray диск- 25 GB



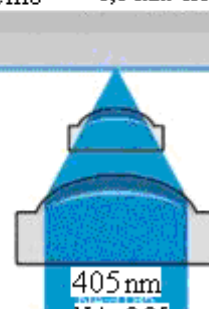
CD диск

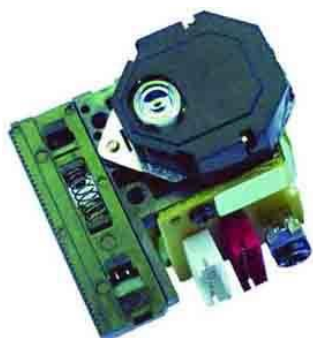


DVD диск



Blu-ray диск





Лазерна четяща глава за CD диск



Лазерна четяща глава за DVD диск



Лазерна четяща глава за Blu-ray диск



Тестови CD диск  
Danon Audio Technical CD



Почистващ диск за лазерната леща на Blu-ray диск



Външен вид на CD и MP3 плейър с двете тонклони

Технически параметри на DVD плейър Panasonic DVD- S35. Брой дискове- 1  
Прогресивно сканиране (Progressive scan)- с прогресивно сканиране  
Дискове: CD (Audio), CD- R, CD- RW, DVD- R, VCD  
Възпроизвеждащ файлов формат- MP3.

### Видео

TV разрешаваща способност (TV resolutions)- 480 i, 480 p, 576 i, 576 p  
Видео изход (Video output)- NTSC, PAL Система  
Видео ЦАП (Video DAC)- 10 bit/ 54 MHz  
Видео отношение сигнал / шум (Video S/N ratio)- 65 dB  
Управление на картината (Picture control): Ниво на черно (Black level), Яркост (Brightness), Контраст (Contrast), Гама- корекция (Gamma correction), Наситеност (Saturation), Рязкост (Sharpness), Зум (Zoom).

### Аудио (Audio)

Динамичен диапазон (Dynamic range)- 100 dB (DVD), 98 dB (Audio CD)  
Surround звук (Surround sound)- DTS ( Единствен цифров изход, Digital out only), Dolby Digital (Единствен цифров изход, Digital out only), Virtual Surround;Диалогов коректор (Dialog Enhancer)- Да  
Аудио отношение сигнал / шум ( Audio S/N Ratio)- 115 dB  
Аудио ЦАП (Audio DAC)- 24 bit/ 192 kHz.

**Връзки**

SCART Connectors изход x 1

Изходи: Композитен (Composite) x1, S- Video x 1, Компонентен (Component) x 1, RGB (през SCART), Analog Audio x1, Digital Audio Optical x 1.

**Удобства**

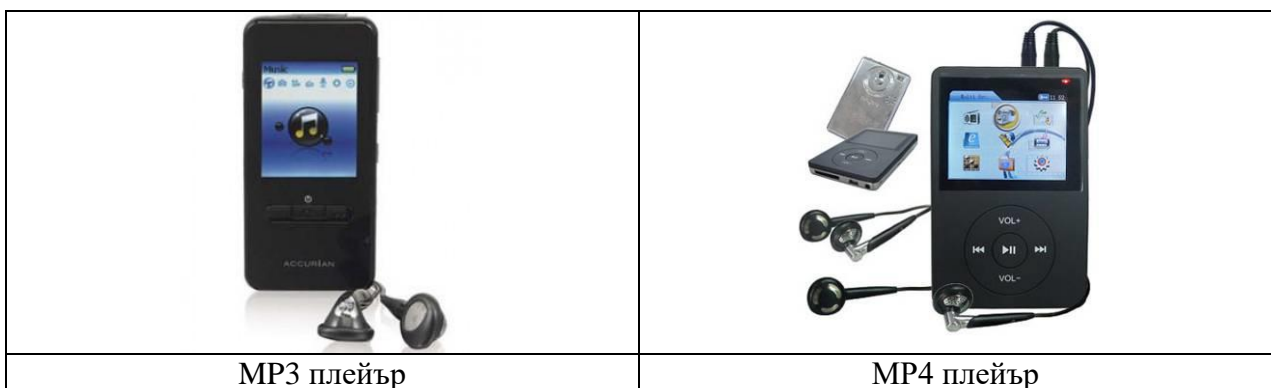
Дистанционно управление (Remote control)- стандартно, да

Бавно (задържащо) управление (Jog dial control)- в блок OSD- Да: английски, немски, френски, италиански, испански, португалски. Регулиране яркостта на дисплея (Display dimmer)- Да. Родителски контрол (Parental control)- Да. Мигновено пропускане/ Възпроизвеждане (Instant skip/ replay)- Възпроизвеждане (Replay). Размери, тегло: Височина- 6 cm , широчина- 43 cm , тегло- 2,1 kg.

*Технически параметри* на DVD плейър Panasonic DVD- S75.

*Видео изходи:* композитен, S- video, SCART (не), компонентен, транскодер NTSC- PAL (в PAL 60 включен в менюто), прогресивна разбивка (само 480 p).

*Аудио изходи:* коаксиален аналогов стереоизход, коаксиален аналогов изход 5:1, коаксиален цифров изход, оптичен цифров изход, вграден декодер DD/ DTS/ MPEG, аудио ЦАП- 192 kHz/ 24 bits, видео ЦАП- 54 MHz/ 10 bits. Размери и тегло: широчина- 430 mm, височина- 52 mm, дълбочина- 303 mm, тегло 2,7 kg. Външен вид на DVD плейър Panasonic DVD- S75 е показан на фиг. 13.



**Б. Лазерни системи за въвеждане на информация в персонални компютри**

**6. ЛАЗЕРНИ ЧЕТЦИ НА ЩРИХОВИ КОДОВЕ**

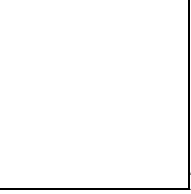
Служат за автоматично въвеждане на цифрови данни в РС и по-точно разчитане на цифров код (Bar code) и въвеждане цената на изделието в РС.

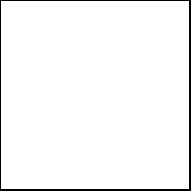
Принцип на работа: Осветяване на bar code, отражение на светлината от светлите ивици и попадане върху фотоприемника (фотоприемниците).

Връзката с РС е по серийния порт чрез оптичен или меден кабел, ИЧ канал или радиоканал. Най-важен параметър на сондите е разделителната способност, която за съвременните сонди трябва да е 0,13 mm. За обработката на bar code в РС има специален софтуер. В шриховия код се дават: номерът на България 380; производител; номер на артикула; контролна цифра (последната). *Пример:* 380 00012 0001 3. Шриховите кодове с нормална плътност имат ширина на шриха 0,35 mm, а най-плътните – 0,19 mm. Интервалите или черните ивици са широки най-малко един модул и най-много четири модула – фиг. 14. Общата ширина на кодираната цифра е 7 единици (модула). За фотоприемници на Bar code сонда могат да се използват освен фотодиоди и ССD линии.

*Параметри* на лазерен четец на bar кодове **LS4004** (Motorola):

- захранване – (4,5 – 14) V / 95 mA DC;
- разстояние на сканиране – 114,3 cm;
- ширина на сканиране – 58,4 cm;
- скорост на сканиране – 36 сканирания / s;

- усукване при сканиране –  25°;

- наклон при сканиране –  55°;
- позициониране – ръчно / стационарно;
- издръжливост – падане от 1,2 m върху бетон;
- тегло – 169 g.

*Предимствата* на лазерните четци пред светодиодните са възможност за четене на кода от голямо разстояние; много по-висока скорост на сканиране; по-висока точност на сканиране; по-малка чувствителност към усукване и наклон на сондата при сканиране.

#### **Bar кодов четец със ССD линия**

Ще се спрем на Bar code четец тип DLC6090 M1 (Conrad) със ССD скенер с честота на сканиране (Scan rate) – 100/s:

- връзка с РС чрез интерфейс RS232;
- разстояние на действие – до 380 mm;
- работа с Windows 3.1x или Win 95;
- вътрешен МП с вграден генератор на честота 25 MHz;
- IBM 486; 2 MB RAM, графична карта, CD ROM, мишка.



Фиг. 14. Бар код EAN 13-  
България



Четец за штрихови кодове  
DLC6090 M1



Лазерен бар кодов четец LS  
4004

## 7. ЛАЗЕРНИ МИШКИ (ИНТЕРАКТИВНИ МАНИПУЛАТОРИ)

Лазерна оптична мишка (Laser Optical Mouse)

Параметри на оптична лазерна мишка Logitech 1000

Разделителна способност 1000 dpi,

Използван порт за връзка с компютър USB;

Минимални системни изисквания Windows 98SE /ME/2000/XP/VISTA.



Оптична лазерна мишка Logitech 1000



Лазерна мишка за пръст

*Геймърска лазерна мишка Penalizer Pro Laser*

Параметри: Интерфейс: USB

Брой бутони: 6

Резолюция: 800/1600/2400 dpi

Прецизна лазерна мишка, създадена специално за геймъри

Индикатор за различна степен на резолюцията

Операционни системи:

Microsoft Windows 2000, XP, Vista



Лазерна геймърска мишка



Въздушна мишка (Air Mouse)



Безпроводна оптична лазерна мишка  
M 821 с радиointерфейс на 2,4 GHz ,  
1600 dpi





Виртуална клавиатура с лазерна проекция и с Bluetooth интерфейс

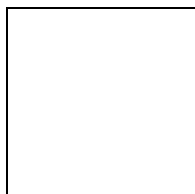


Виртуална клавиатура с лазерна проекция и с Bluetooth интерфейс

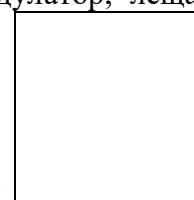
В лазерни системи за извеждане на информация от персонален компютър принтерите са едни от основните устройства за извеждане на информация от РС. Има четири начина за връзка между принтера и РС: проводникова връзка; връзка с оптични влакна; инфрачервена (ИЧ) връзка; радиовръзка.

## 8. ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ЛАЗЕРНИ ПРИНТЕРИ

*Принцип:* на основа на ксерокопиране с лазер на записаната изходна информация на барабан от фотопроводящ материал. Лазерният лъч се модулира с акустичен модулатор, който се управлява от компютър. Лазерният лъч сканира по барабана с постоянна скорост,



благодарение на [ ] лещи. След това процесът на фотопечата от барабана на лист хартия е както в известните електрофотокопирни апарати. Разрешаващата способност по хоризонтала е до 1200 dpi. Схемата на оптичната система е показана на фиг. 15. Тя се състои от: лазер; леща (колиматор); акустооптичен модулатор; леща; леща



цилиндрична; въртящ се огледален многоъгълник; тороидална леща; [ ] леща; барабан с фотопроводящ материал.

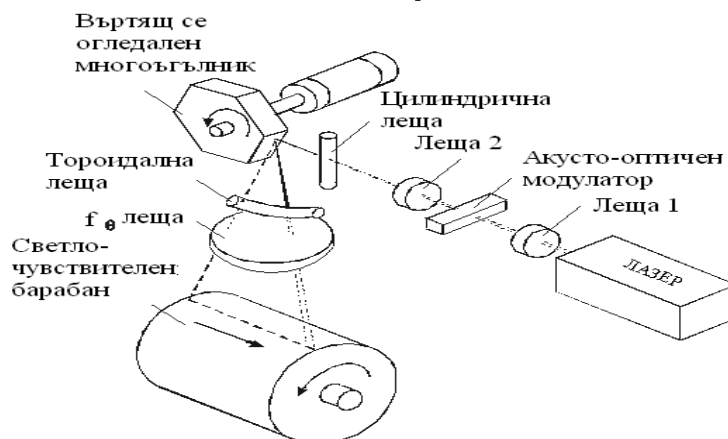
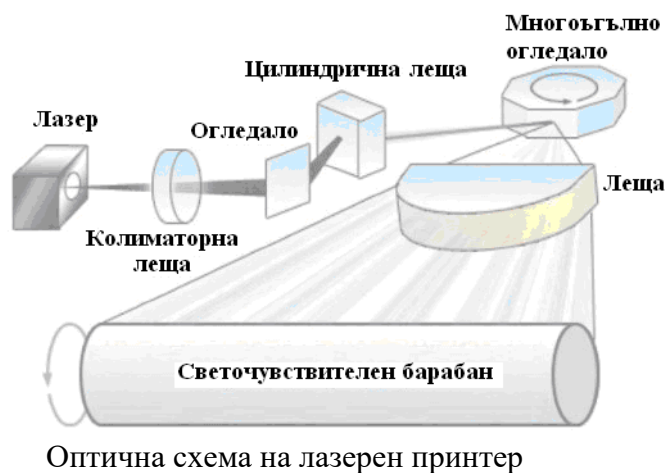
Лазерните принтери са два вида: черно-бели; цветни. В лазерните принтери могат да се използват следните видове лазери: аргонов (Ar) лазер; хелиево-кадмиев (HeCd) лазер; хелиево-неонов (HeNe) лазер; галиево-арсенидов (GaAs) лазерен диод; индиево-фосфиден (InP) лазерен диод. Диаметърът на лазерния лъч е намален под 100  $\mu\text{m}$ , а дължината на вълната е (850 – 940) nm.

Табл. 4 Съвременни лазерни принтери

Производител на лазерен принтер	Тип лазерен принтер
Brother	HL- 1440
Canon	Laser Shot LBP- 1120
Epson	EPL-5900
Hewlett Packard (HP)	Laser Jet 1200
Kyocera Mita	FS-1010

**СЪВРЕМЕННИ ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОМПЮТЪРНАТА И КОМУНИКАЦИОННА  
ТЕХНИКА**  
**ИВАН КОЛЕВ, ЕЛЕНА КОЛЕВА**

Lexmark	E320
Panasonic	KX-P7100
Samsung	ML-1450



Фиг. 15. Пълна оптична система на лазерен принтер

*Цветен лазерен принтер (Color Laser Jet Printer) тип 4600 hdn на фирмата Hewlett Packard:*

Скорост на печатане (принтиране):

- черен текст (A4) – 16 ppm (страници за минута);
- цветен печат (A4) – 16 ppm.

Разделителна способност:

- черно/бяло, цветно – 600 x 600 dpi (точки на инч).

Брой цикли – 85 000.

Интерфейс USB.

Процесор – RISC /400 MHz.

Стандартна RAM памет –160 MB, разширение до 416 MB, HDD 10 GB

Слотове на паметта – 5

Захранващо напрежение – (220 – 240) V,  $\pm 10 \%$ , 50/60 Hz

(110 – 127) V,  $\pm 10 \%$ , 50/60 Hz

Работна температура – (17 – 25)°C.

Готовност за работа – 2 min.

Консумирана мощност при принтиране (220 V~) – 415 W.

Операционни системи – Windows 95 и всички нагоре.

*Параметри* на лазерен чернобял принтер EPL-5900 (Epson):

- разделителна способност – (600 x 600) dpi;
- включена памет / максимална памет – 2 MB / 13 MB;
- портове – USB, паралелен;
- софтуер Windows 98/ME/NT/2000/XP, Mac OS;
- максимална печатна област – (208 x 348) mm;
- време за печат на първа страница – 15 s;
- цена – 189 лв, тонер- касета – 84,49 EUR;
- живот на тонер- касета – 3000 копия (малка), 6000 копия (голяма);
- живот на барабана – 20000 копия;
- цена на барабана – 125 лв;
- капацитет на входна / изходна тава – 250 / 100 листа.



Цветен лазерен принтер  
тип 4600 hdn (Hewlett Packard)



Лазерен принтер  
тип EPL-5900 (Epson)

## II. СЪВРЕМЕННИ ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОМУНИКАЦИОННАТА ТЕХНИКА

Технологии в оптичните комуникации	Optical communication technologies
------------------------------------	------------------------------------

Тук влизат производството на източници на лъчение за комуникациите (светодиоди и лазери), фотоприемници, оптрони, оптрони и оптични интегрални схеми, оптични влакна, снопове оптични влакна, оптични кабели, оптични повторители, оптични усилватели, кохерентни хетеродинни приемници, оптични комуникационни системи чрез атмосферата (FSO), дистанционно управление с инфрачервени лъчи, трансатмосферни и космически комуникации, комуникации по влакна и кабели, включително и с мултиплексиране, оптични мрежи, напълно оптични мрежи, оптичен Интернет, солитонни оптични мрежи, интегралната оптика, оптичната обработка на информацията, холография и др.

### 9. Основни блокове на лазерни комуникационни системи

#### 9.1 Лазерен драйвер тип SY88922V – схема фиг. 16.

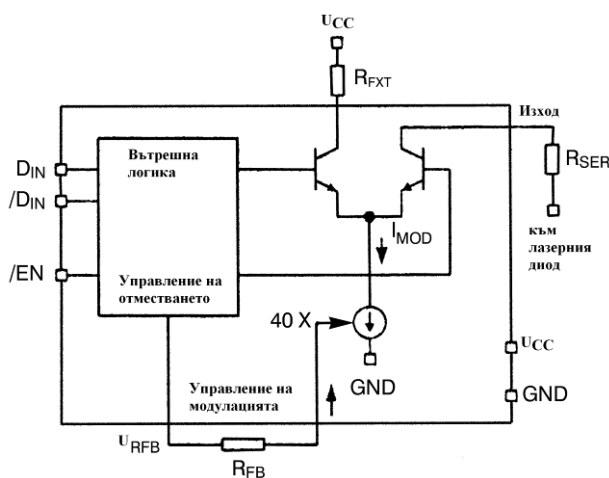
*Параметри:*

- захранващо напрежение – 5 V; 3,3 V

- скорост на предаване – 2,5 Gbps
- ток на модулация – 35 mA
- вход за данни – диференциален
- вътрешен ограничителен регистър – 75 kΩ
- управление на модулацията – да
- изход за настройка на лазера – да.

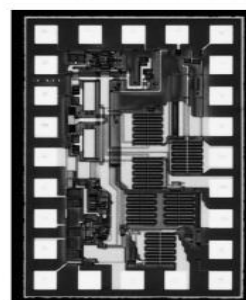
Основни блокове:

- вътрешна логика
- блок за управление на отместването
- блок за управление на модулацията
- диференциално изходно стъпало (усилвател)



Фиг. 16. Лазерен драйвер

SUMITOMO ELECTRIC



F0530602B

Лазерен драйвер 1,3 Gbps,  
NRZ code, 3,3 V, SDH (STM 4)  
/SONET (OC-12)

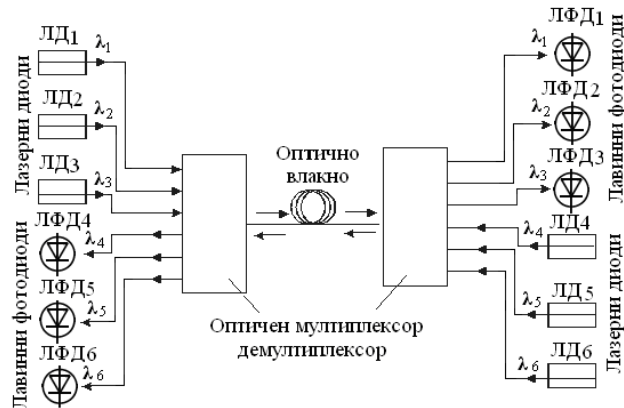


Балансиран\*  
хетеродинен  
фотоприемник  
Balanced heterodyne  
Photoreceiver

Многоканален настройваем лазерен източник, 10mW, за DWDM мултиплексиране с лазери с външен резонатор (Multichannel tunable laser source, 10 mW, DWDM multiplexing, External-cavity laser, ECL)  
Фотодиод InGaAs, 900-1700 nm, приложение в доплерови радари, кохерентна томография и др.

## 9.2. Мултиплексиране с разделяне по дължината на вълната

Нарича се още спектрално уплътнение на канала. Пример за WDM (CWDM, DWDM, HDDWM, WDM, WWDM) мултиплексиране е показан на фиг. 17.



Фиг. 17. Двупосочно WDM мултиплексиране

Примерът се отнася за предаване по три оптични сигнала в двете посоки. WDM мултиплексирането се използва за повишаване обема на предаваната информация. Тук се извършва мултиплексорно предаване на оптични сигнали с различни дължини на вълните  $\lambda$ . Схемата съдържа оптични мултиплексори и оптични демултиплексори. По оптичното влакно се предава двупосочна информация. **Видове спектрално уплътнение на канала:**

= **CWDM-** (Coarse Wavelength Division Multiplexing)- мултиплексиране с грубо разделяне по дължината на вълната);

= **DWDM-** (Dense Wavelength Division Multiplexing)- мултиплексиране с компактно разделяне по дължината на вълната);

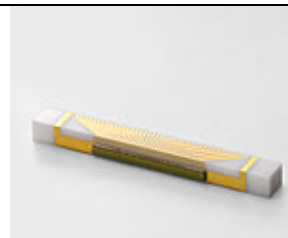
= **HDWDM-** (High Dense Wavelength Division Multiplexing)- мултиплексиране със свръх плътно разделяне по дължината на вълната;

= **WDM-** (Wavelength Division Multiplexing)- мултиплексиране с разделяне по дължината на вълната;

= **WWDM-** (Wide Wave Division Multiplexing)- мултиплексиране с широко разделяне по дължината на вълната.



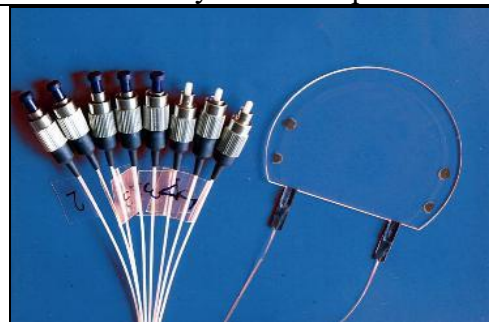
4-канален влакнесто-оптичен мултиплексор/демултиплексор (мулдексор)



Фотодиодна матрица за DWDM мултиплексиране



PDH влакнесто-оптичен мултиплексор



WDM демултиплексор

### 9.3. Оптични линии на фотоприемници за хетеродинен прием

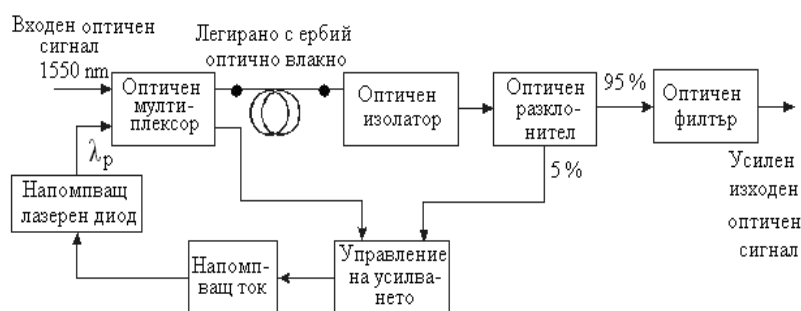
Оптичните приемници са два вида: с *пряко детектиране* и с хетеродинен прием. На фиг. 18 е показана опростена схема на оптичен приемник с хетеродинно приемане. При хетеродинните фотоприемници се работи само с кохерентно лъчение. Кохерентното детектиране се характеризира с висока чувствителност и селективност. Преди детектирането от фотоприемника, оптичните сигнали с честота  $\omega_1$  ( $\lambda_1$ ), които могат да бъдат (амплитудно, фазово и честотно модулирани) се смесват с непрекъснатото оптично лъчение от локален лазерен осцилатор с честота  $\omega_2$  ( $\lambda_2$ ). От смесването се получава колебание с междинна оптична честота  $\omega$ .

$$(4) \omega = \omega_2 - \omega_1$$

Кохерентното детектиране може да бъде: хетеродинно детектиране- честотата на локалния осцилатор  $\omega_2$  *не съвпада* с честотата на оптичния сигнал  $\omega_1$  т.е.  $\omega \neq 0$ ; хомодинно детектиране- честотата на локалния осцилатор  $\omega_2$ , *съвпада* с тази на оптичния сигнал  $\omega_1$ , който се детектира т.е.  $\omega = 0$ . Фотодиодът преобразува оптичния сигнал (Опт.) с честота  $\omega$  в електрически сигнал- (Електр.)- фототок. Кохерентното детектиране осигурява (10 ÷ 20) dB по-добра чувствителност на приемника в сравнение с приемника с пряко детектиране. Освен това може да се увеличи дължината на линията без регенератор с използване на амплитудна манипулация (ASK), честотна манипулация (FSK) или фазова манипулация (PSK). При кохерентните системи може да се увеличи количеството на данните, които те пренасят. Честотата на оптичните вълни е около 200 THz ( $\lambda = 1.5 \mu\text{m}$ ). При прилагане на модулация със сигнал с 20 пъти по-ниска честота, тя ще бъде 10 THz. Оптичният смесител от фиг. 6.18 може да бъде полупрозрачно огледало. Локалният осцилатор (Местният хетеродин) е изграден с лазерен диод. Лентовият филтър има комплексен коефициент на предаване  $k(\omega)$ , настроен на честотата на биене  $\omega$ . Сигналът с междинна честота съхранява информация за модулацията на входния оптичен сигнал. След лентовия филтър, сигналът постъпва на електронен детектор (това е втори детектор, първият беше фотодиодът), след който се отделя полезния информационен сигнал. Стойността на междинната честота се поддържа постоянна на входа на втория детектор, чрез управление на честотата на местния хетеродин. Хетеродинните фотоприемници са по-скъпи от фотоприемниците с пряко детектиране и имат високи изисквания към стабилността и кохерентността на локалния осцилатор. В хетеродинните фотоприемници се използват DFBLD и DBRLD лазерни диоди.

### 9.4. Оптични усилватели

Оптичните усилватели увеличават мощността на оптичния сигнал, без преобразуването му в електрически сигнал и отново в оптичен сигнал, както в оптичните регенератори. *Има пет основни вида оптични усилватели*: полупроводникови лазерни усилватели; усилватели на Фабри–Перо (25 dB); усилвател на влакно, използващ Брилюен (Brillouin) разсейване; усилвател на влакно, използващ раманово (Raman) разсейване; усилвател на примесно влакно, легирано с редки земни елементи. Следователно оптичните усилватели са две основни групи- полупроводникови оптични усилватели и влакнесто- оптични усилватели.



Фиг. 19. Оптичен усилвател (EDFA)

Един вид влакнесто– оптични усилватели използват влакно, легирано с ербий (EDFA– Erbium Doped Fiber Amplifier). Този усилвател се използва за дължина на вълната

$$\lambda = 1,55 \mu m$$

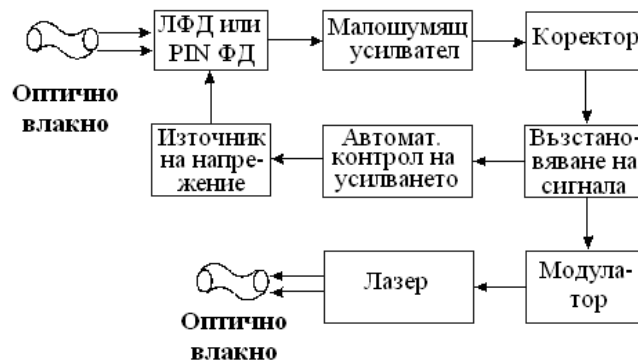
. Ербий е рядък земен елемент от групата на лантаноидите с номер 68 в периодичната система. Влакно с дължина 10 m, сърцевината на което е легирано с ербий е основа на оптичния усилвател– фиг. 19. Напомпващото лъчение е с дължина на вълната  $\lambda_p = 980 nm$  или  $\lambda_p = 1480 nm$  и се подава в оптичен мултиплексор, на другия вход на който постъпва входния оптичен сигнал- 1550 nm. Смесените оптични сигнали от оптичния мултиплексор постъпват във влакното, легирано с ербий и полезният сигнал се усилва чрез стимулирана фотонна емисия. Оптичният изолатор намалява шума от спонтанната емисия. Оптичният разклонител е с коефициенти на предаване 95% / 5%.

Оптичният филтър подтиска напомпващото лъчение  $\lambda_p$  и пропуска само входния сигнал с дължина 1550 nm.

*Параметри на оптични усилватели EDFA:* усилване (10 ÷ 30) dB при добра линейност; висока изходна оптична мощност- 20 dB<sub>m</sub>; нисък шум- (3 ÷ 4) dB. *Приложение на оптичните усилватели* е в кабелни телевизионни мрежи: - подсилващи усилватели (BA)- за увеличаване на изходната оптична мощност и увеличаване на линейната дължина; оптични предусилватели (PA)- за увеличаване чувствителността на приемника и увеличаване дължината на линията; оптични линейни усилватели (LA)- за компенсирането на натрупаните загуби и намаляване броя на регенераторите.

### 9.5. Оптични повторители (регенератори, ретранслатори)

В оптичните повторители (използват се и термините оптични регенератори, оптични ретранслатори, оптични междинни усилватели) оптичният сигнал, постъпил на входа се преобразува в електрически сигнал, възстановява се по форма (амплитуда, фронтове и продължителност), усилва се и отново се преобразува в оптичен сигнал и се предава по оптичната линия. В оптичният кабел трябва да има двойка медни проводници за захранване на оптичния регенератор. Блокова схема на еднопосочен оптичен регенератор е показана на фиг. 20.



Фиг. 20. Оптичен повторител

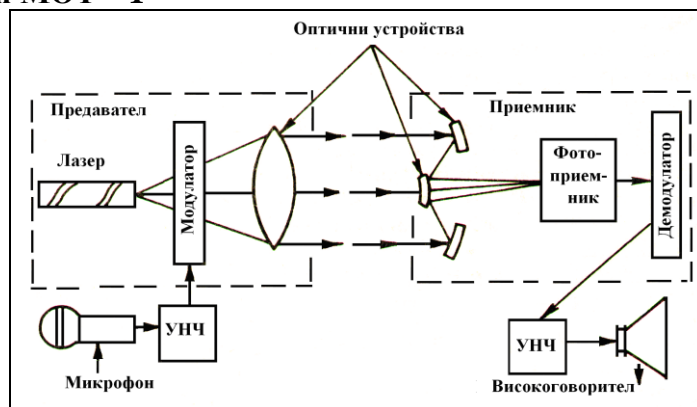
Дължината на участъка за регенерация зависи от:

- затихването на сигнала по оптичното влакно;
- дължината на вълната;
- мощността на източника на лъчение (каква част от лъчението му се въвежда в оптичното влакно);
- чувствителността на фотоприемника;
- отношението сигнал/шум на фотоприемника;
- скоростта на предаване.

## 10. Кохерентни комуникации по въздуха

На фиг. 21 е показана ИЧ лазерна система за връзка по въздуха. Използва се модулация на нискочестотния сигнал в предавателя и демодулация в приемника. УНЧ-усилвател на ниска честота. Параметри на български лазерен инфрачервен телефон са дадени в табл. 5.

### 10.1. Лазерен телефон МОТ – 1



Фиг. 21. Инфрачервена лазерна система за връзка по въздуха

Табл. 5 Технически данни

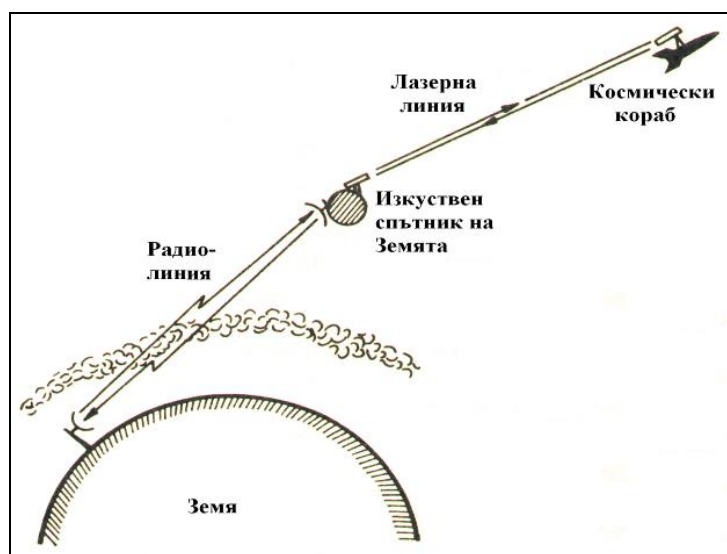
Вид телефонна връзка	Едноканална двустранна телефонна връзка
Обсег на действие	2км
Дължина на вълната	$\lambda = 0.9 \mu\text{m}$



Източник на излъчване	GaAs инфрачервен лазерен диод
Предавана честотна лента	(300÷3400) Hz
Време на непрекъсната работа	10 h
Консумирана мощност	5 W
Маса	4 kg
Захранване	Автономно
Точност на съвместяване на оптичните оси на приемната и предавателната страна	1 ъглова минута
Разходимост на лазерния лъч, осигурявана от предаващата страна	$\leq 10^\circ$
Увеличение на визьорната система	8 пъти
Зрително поле на визьорната система	$8^\circ$
Зрително поле на приемната оптична система	$1^\circ$

### 10.2. Радио- лазерна линия за връзка с космически кораб

Схема на радио- лазерна линия за връзка между земята и космически кораб чрез изкуствен спътник на земята е дадена на фиг. 22.



Фиг. 22. Радио-лазерна връзка земя-космос



Влакнесто-оптичен предавателен модул (Fiber-optic transmitter module)



Mobile laser phone and pen

Мобилен лазерен телефон и писалка

Оптичен повторител (Optical repeater)

EDFA усилвател (1,5  $\mu\text{m}$ , 20 dB<sub>m</sub>)



Mobile laser phone

Мобилен лазерен телефон

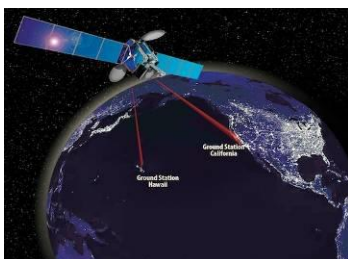


Лазерна комуникация на NASA



Лазери за връзка с подводници под водата

Технологията на NASA за комуникация чрез лазерни лъчи е в разработка от няколко години. Сега обаче може да се превърне в основен метод за комуникация между космическите центрове и екипажите на совалките, както и със сателити. Основното предимство на тази технология е скоростта. За сравнение, радио сигнал от Марс достига станциите на земята за 90 минути, докато с новата технология това време ще се скъси до 5 минути. Това е от огромно значение при експедициите планирани до червената планета, тъй като връзката и бързината на размяна на информация е от съществено значение за сигурността.



Лазерни комуникации с космоса



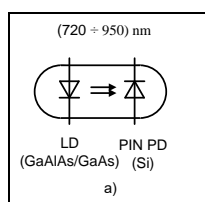
Лазерни връзки в космоса

## 11. Лазерни оптрони (ЛО)

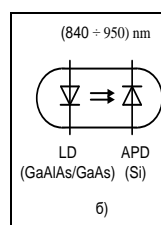
При всички известни съвременни оптрони източник на светлина (ИзС) е инфрачервен (ИЧ) светодиод (СД) и по-рядко червен СД. При по-старите оптрони ИзС е лампа с нажежаема нишка, глим или неонова лампа, електролуминесцентен кондензатор.

За пръв път се предлагат оптрони с ИзС лазерен диод (ЛД, LD) и фотоприемник (ФП) главно PIN фотодиод или лавинни ФД– APD [12, 13]. Видове лазерни оптрони:

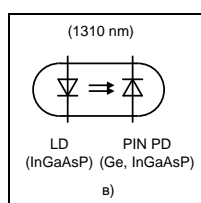
Предложени са 6 вида еднопосочни ЛО – фиг. 23 а), б), в), г), д), е) за три възможни дължини на вълната с два вида фотоприемници (ФП).



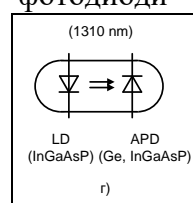
Фиг. 23 а) с PIN фотодиоди (PD)



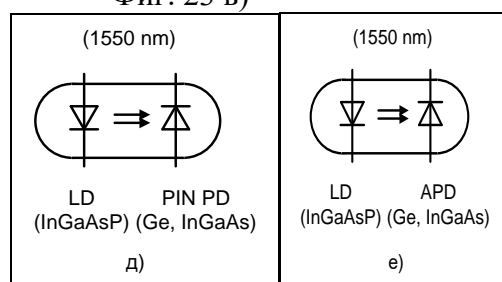
Фиг. 23 б) с лавинни фотодиоди



Фиг. 23 в)



Фиг. 23 г)



Фиг. 23. Лазерни оптрони д), е)

#### Предимства на лазерните оптрони:

- високо бързодействие
- високо изолационно напрежение вход / изход (наличието на ЛД
  - позволява голямо разстояние между източника на светлина и фотоприемника)
- възможност за работа при четири дължини на вълните:
- (625 – 680) nm – червената част на спектъра;
- (840 – 950) nm – близката ИЧ част на спектъра;
  - 1310 nm – близката ИЧ част на спектъра;
- 1550 nm – средната ИЧ част на спектъра;
- висока линейност на предавателната характеристика;
- възможност за реализиране и на двупосочни оптрони;
- голяма стойност на фототока при ФП, при ФП – лавинен ФД;
- в сравнение със стандартните ФДО по – голям СТР поради
- вътрешно усилване на фототока от лавинния ФД;
- един и същ оптрон може да работи като ФДО при  $I_F < I_{th}$  и като
- лазерен оптрон при  $I_F > I_{th}$  ( $I_{th}$  – прагов ток,  $I_F$ - ток в права посока през ЛД).

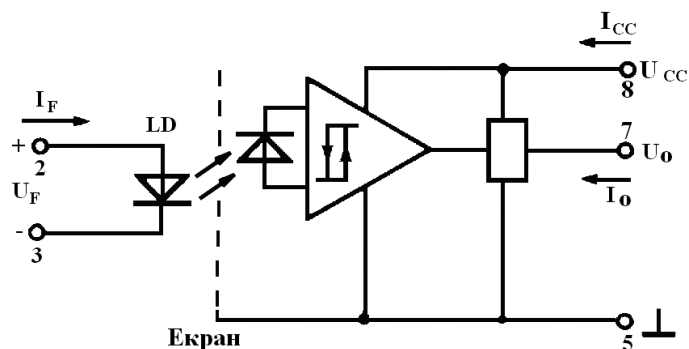
#### Недостатъци на лазерните оптрони:

- скъп ИзС (ЛД) и скъп оптрон;

- деградация на ЛД;
- поради тесния спектър на излъчване на ЛД, трудно съгласуване с ФП;
- високи захранващи напрежения (при ФП – APD);
- оптронът LD– APD има лоша температурна стабилност;
- някои LD имат голям прагов ток  $I_{th}$  – няколко десетки mA.

## 12. Лазерни цифрови оптронни интегрални схеми

В известните цифрови оптронни интегрални схеми източникът на оптично лъчение е ИЧ светодиода с дължина на вълната  $\lambda = 850 - 900 \text{ nm}$ . Ние предлагаме тези ИЧ светодиоди да се заменят с хетеро лазерни диоди от GaAlAs/ GaAs, излъчващ на същата дължина на вълната. Ще се получат следните кохерентни цифрови оптронни интегрални схеми с приложение в интерфейсната техника. Предимство на новите схеми е тяхното по-голямо бързодействие. Ще се спрем на четири основни типа лазерни ЦОИС. Лазерна едноканална ЦОИС с хистерезис в предавателната характеристика, напреженов изход с две състояния, отворен изход и вътрешен екран (фиг. 24) H- високо изходно ниво (лог. 1), L- ниско изходно ниво (лог. 0), LD- лазерен диод.

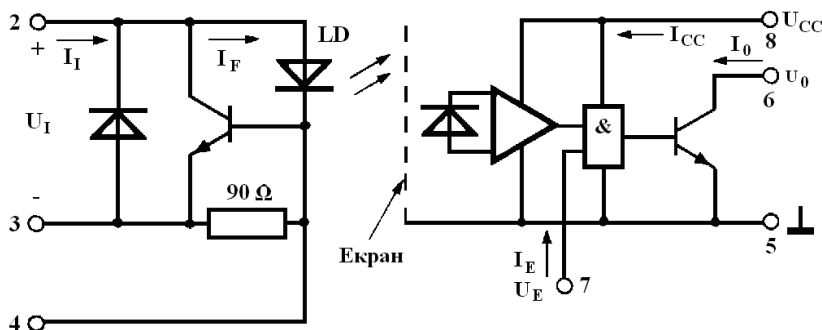


Фиг. 24. Лазерна ЦОИС

Таблица на истинност

LD	$U_0$
Вкл.	H
Изкл.	L

Лазерна едноканалната ЦОИС със стабилизатор на ток във входната верига на светодиода, вътрешен екран, без хистерезис в предавателната характеристика, с разрешаващ (стробиращ вход) и напреженов изход с две състояния и отворен колектор (фиг. 25).

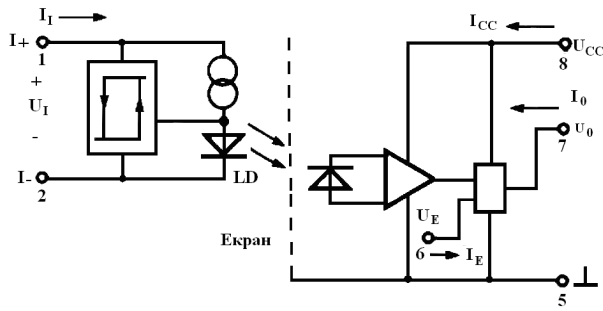


Фиг. 25. Лазерна ЦОИС

Таблица на истинност

LD	$U_E$	$U_0$
Вкл.	H	L
Изкл.	H	H
Вкл.	L	H
Изкл.	L	H

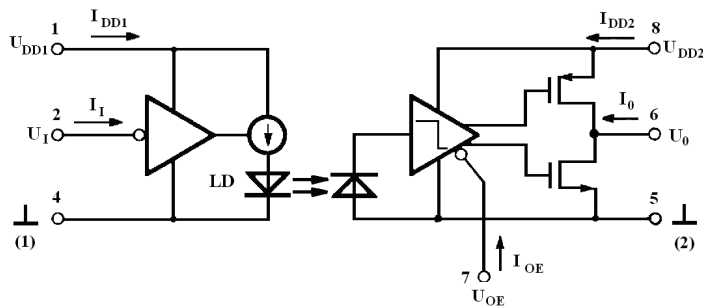
Лазерната едноканалната ЦОИС (фиг. 26) е с хистерезис във веригата на светодиода, стабилизатор на ток за светодиода, вътрешен екран, разрешаващ вход ( $U_E$ ), изход с три състояния (H, L, Z), предназначена за работа с 20 mA токов кръг.



Фиг. 26. Лазерна ЦОИС

Таблица на истинност

$I_I$	$U_E$	$U_O$
H	H	Z
L	H	Z
H	L	H
L	L	L



Фиг. 27. Лазерна ЦОИС

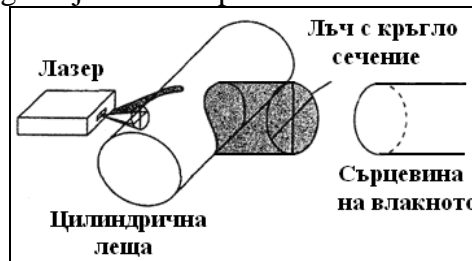
Таблица за истинност

$U_I$	$U_{OE}$	$U_O$
H	H	Z
L	H	Z
H	L	H
L	L	L

Лазерна едноканална ЦОИС по CMOS технология, цифров вход, хистерезис в предавателната характеристика, противотактно изходно CMOS стъпало с три състояния (H, L, Z) – фиг. 27.

### 13. Въвеждане на лазерното лъчение в оптичното влакно

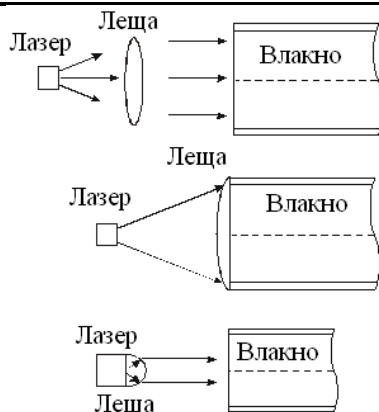
Light injection in optical fibers with lenses



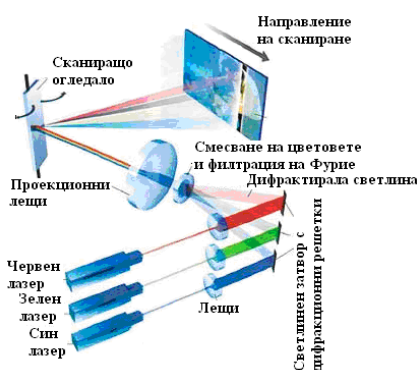
Въвеждане на светлина в оптични влакна с използване на лещи



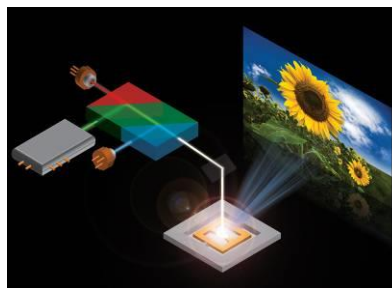
Въвеждане на светлина в оптични влакна с използване на лещи



Въвеждане на светлина в оптични влакна с използване на лещи



Лазерен телевизионен приемник



Лазерен телевизионен приемник

### III. ОПТИЧНИ КОМПЮТРИ. ОПТИЧНА ОБРАБОТКА НА ИНФОРМАЦИЯТА

#### 14. Оптични компютри

Има три групи оптични компютри:

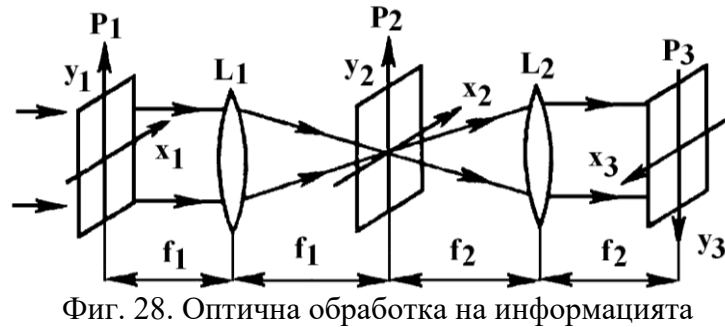
- цифрова обработка на временни зависимости;
- паралелна аналогова обработка;
- паралелна цифрова обработка.

Оптичните компютри са изградени на базата на интегралната оптоелектроника, т. е. те са съставени от оптични ИС. Входните и изходните сигнали са оптични – в ИЧ диапазон.

#### 15. Оптична обработка на информацията

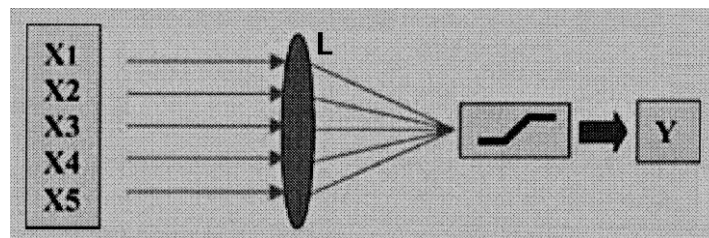
Оптичестката обработка на информацията – това е обработка на информацията с оптически прибори и закони на оптиката. *Приложение:* оптичестка обработка на образи (вкл. и разпознаване); холографска техника; видеодискове; аудидискове; контрол на дефекти; автоматични касови апарати.

Лазерната техника стана основа на паралелната оптичестка обработка на информацията. Основата на *кохерентната оптичестка обработка на информацията* е преобразуване на Фурие (FT) и корелация на двумерно изображение. Ако кохерентното изображение се постави пред фокалната плоскост на изпъкнала леща, то зад фокалната плоскост се получава Фурие-образ.



Фиг. 28. Оптична обработка на информацията

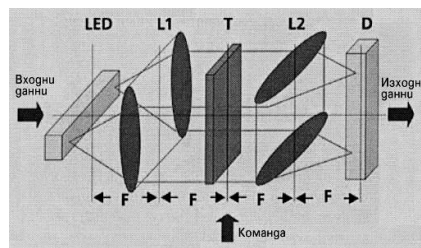
Ако пред фокалната плоскост на изпъкналата леща ( $L_1$ ) поставим изображение, получено чрез кохерентна светлина, то зад фокалната плоскост ще получим Фурие–образа (дифракционно изображение) – фиг. 28. Ако поставим още една леща ( $L_2$ ), работеща като филтър на Фурие–образа, ще получим зад нейната фокална плоскост корелационно изображение (действително изображение). Осите на координатната система на плоскостта  $P_3$  са завъртени на  $180^\circ$  спрямо осите на системата на плоскостта  $P_1$ . Основна градивна оптична логическа схема ИЛИ–НЕ/И–НЕ е показана на фиг. 29.



Фиг. 29. Оптична логическа схема ИЛИ–НЕ/И–НЕ

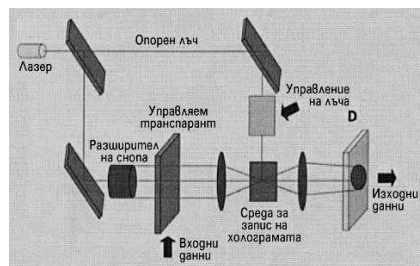
На фиг. 30 е показан оптичен процесор, реализиращ произволно матрично преобразуване на входните вектори – редове в изходни вектори – стълбове. Елементите на оптичния процесор са:  $LED$  – линия от светодиоди, разположени на фокалната линия на цилиндрична леща  $L_1$ ;  $T$  – оптичен транспарант със записана на него матрицата на пропусканията  $T(i,j)$ ;  $L_2$  – цилиндрична леща;  $D$  – многоелементен фотоприемник. Входните вектори  $X$  и изходните вектори  $Y$  са свързани с линейна зависимост

$$(5) Y = T \cdot X$$



Фиг. 30. Оптичен процесор

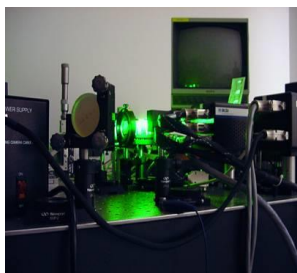
На фиг. 31 е показана оптична памет с обемна холографска среда, въвеждането на информацията в която се извършва чрез управляем оптичен транспарант. Опорният лъч управлява адресацията, записата и четенето. И тук  $D$  е означен многоелементен фотоприемник. Обемната плътност на информацията е  $10^{11} \text{ bit/cm}^3$ , а скоростта на въвеждане е няколко GB/s.



Фиг. 31. Оптична памет с *обемна* холографска среда



Битов серийен оптичен компютър (A bit serial optical computer, BSOC)



Оптичен сигнален процесор (Optical signal processor)

Създадена е антилазерна техника за неутрализиране на лазерно излъчване с приложение в оптичните компютри.

#### **IV. ОПТИЧНИ МРЕЖИ**

В тези мрежи източник на оптично лъчение е лазерът. Архитектурата на мрежите е кръг (Ring), шина (Bus) и звезда (Star). Мрежа, оптична локална -Optical LAN (OLAN); Мрежа, напълно оптична All-optical network (AON); Мрежа, пасивна оптична Passive Optical Network (PON) Мрежа, синхронна оптична (SONET) Synchronous Optical Network (SONET); Мрежа, хибридна влакнесто-коаксиална Hybrid Fiber Coax (HFC) network; Мрежа, оптична FDDI (Fiber Distributed Data Interface) network.

#### **V. ОПТИЧЕН СОЛИТОН. ОПТИЧНИ СОЛИТОННИ КОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ**

За да се разпространява солитонният импулс (лазерен импулс) в оптични мрежи е необходима точно определено ниво на входната оптична мощност. Оптичният солитон е оптичен импулс с определени характеристики, който се разпространява в едномодово влакно без дисперсия, благодарение на изравняването на хроматичната дисперсия с ефекта на Кер. Това е нелинеен оптичен ефект, при който коефициентът на пречупване на средата се променя пропорционално на интензитета на оптичното лъчение т.е. разширението на импулса от линейната дисперсия се компенсира от самомодулация на фазата



Това са влакнесто-оптични солитонни системи по които се разпространяват оптични солитонни импулси. По този начин се покриват много големи разстояния при голям капацитет на системата. При пасивните солитонни системи без регенерация може да се постигне разстояние до 11 000 km, а при активните системи с оптично регенериране до 1 000 000 km. При използване на мултиплексиране скоростите на предаване достигат до десетки Gbps. При солитонни системи е постигнат участък от 4000 km без регенерация при скорост на предаване 10 Gbps. Има изградена солитонна комуникационна система за разстояние 1000 km, скорост 10 Gbps, усилватели- EDFA, вероятност за цифрова грешка (BER)  $10^{-13}$ .

Българско съкращение	Българско тълкуване	Английско съкращение
АЦП	Аналого-цифров преобразовател	ADC
ЗУ	Запомнящо устройство	SD
ИзС	Източник на светлина	LS
ИС	Интегрална схема	IC
ИЧ	Инфрачервен (а, о, и)	IR
КОКС	Космични оптични комуникационни системи	SOCS, COCS
ЛАЗЕР, Лазер	Усилване на светлината при стимулиране емисията на излъчването, Лазер	LASER, Laser
ЛД	Лазерен диод	LD
ЛО	Лазерен оптрон	LO
МП	Микропроцесор	MP
ОООВ	Оптична отрицателна обратна връзка	ONFB
ТАОКС	Трансатмосферни оптични комуникационни системи	TAOCS
УНЧ	Усилвател на ниска честота	LFA
ФД	Фотодиод	PD
ФДО	Фотодиоден оптрон	PDOC
ФП	Фотоприемник	PR , PD
ЦАП	Цифрово- аналогов преобразовател	DAC
ЦОИС	Цифрова оптронна интегрална схема	DOIC

Използвани буквени съкращения на английски език

Съкращение	Английско тълкуване	Българско тълкуване
ADC	Analog-to-Digital Converter	Аналого-цифров преобразовател (АЦП)
ADM	Add-Drop Multiplexer	Прибавящ или изваждащ мултиплексор
AON	All-Optical Network	Напълно оптична мрежа
APC	Automatic Power Control	Автоматично управление на мощността
APD	Avalanche PhotoDiode	Лавинен фотодиод (ЛФД)
ASK	Amplitude-Shift Keying	Амплитудна манипулация
BA	Bridging Amplifier	Подсилващ усилвател
BD	Blu-ray Disk	Blu-ray (Син) диск
BER	Bit Error Ratio	Вероятност за цифрова грешка
BIAS	Bar Iron Advance Solenoid	Лентов железен предвижващ се соленоид

**СЪВРЕМЕННИ ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОМПЮТЪРНАТА И КОМУНИКАЦИОННА  
ТЕХНИКА  
ИВАН КОЛЕВ, ЕЛЕНА КОЛЕВА**

Съкращение	Английско тълкуване	Българско тълкуване
BSOC	Bit Serial Optical Computer	Битов сериен оптичен компютър
CAV	Constant Angular Velocity	Постоянна ъглова скорост
CCD	Charge Coupled Devices	Прибори със зарядна връзка (ПЗВ)
CD	Compact-Disk	Компакт диск
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor	Комплементарна структура метал-окис-полупроводник (КМОП)
CTR	Current Transfer Ratio	Коефициент на предаване по ток ( <i>на оптрон</i> )
CWDM	Coarse Wavelength-Division Multiplexing	Мултиплексиране с грубо разделяне по дължината на вълната
DAC	Digital-to-Analog Converter	Цифрово-аналогов преобразувател (ЦАП)
DBRLD	Distributed Bragg Reflection Laser Diode	Лазерен диод с разпределени <i>Брегови</i> отражатели
DC	Direct Current	Постоянен ток
DFBLD (DFLD)	Distributed FeedBack Laser Diode	Лазерен диод с разпределена обратна връзка
dpi	dots per inch	Точки на инч
DS	Digital Signal	Цифров сигнал
DTS	Digital Surround	Цифров сърраунд
DVD	Digital Versatile Disk	Цифров универсален диск
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Мултиплексиране с компактно разделяне по дължината на вълната
EAN code	European Article Numbering code	<i>Европейски</i> штрихов код
ECC	Error Correcting Code	Код с коригиране на грешки
ECLD	External Cavity Laser Diode	Лазерен диод с външен резонатор
EDFA	Erbium Doped Fibre (Fiber) Amplifier	Влакнесто-оптичен усилвател, легиран с ербий
FDDI network	Fiber Distributed Data Interface network	FDDI мрежа
FSO	Free-Space Optics	Оптика в свободното пространство (Оптични комуникации по въздуха)
FSK	Frequency-Shift Keying	Честотна манипулация
FT	Fourier Transform	Преобразование на <i>Фурие</i>
FWHM	Full-Width at the Half Maximum	Пълна широчина на спектрална- та диаграма на ниво 0,5 от максимума
Gbps	Gigabits per second	Гигабитове за секунда
HD	Hard Dick	Твърд диск
HD	High Definition	Висока разрешаваща способност
HD	Homodyne Detection	Хомодинно детектиране
HDWDM	High Dense Wavelength Division Multiplexing	Мултиплексиране със свръхплътно разделяне по дължината на вълната
HFC network	Hybrid Fiber Coax network	Хибридна влакнесто-коаксиална мрежа
HP firm	Hewlett Packard firm	Фирма <i>Hewlett Packard</i>
ITU-T (CCITT)	International Telecommunication Union-Telecommunication Sector	<i>Международен</i> съюз по телекомуникации-телекомуни-кационен сектор- (МККТТ)
LA	Line Amplifier	Линеен усилвател
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation	Усилване на светлината, чрез стимулиране емисията на излъчването (ЛАЗЕР, Лазер)

Съкращение	Английско тълкуване	Българско тълкуване
LD	Laser Diode	Лазерен диод (ЛД)
LED	Light Emitting Diode(s)	Светодиод (СД), Светодиоди (СД)
LP	Long Play	Продължително възпроизвеждане
MCAV (ZCAV)	Modified (Zoned) Constant Angular Velocity	Модифицирана постоянна ъглова скорост
M(P)D	Monitor (Photo) Diode	Мониторен (фото)диод (ФД)
MP	Media Player	Медия плейър
MPEG	Motion Picture Expert's Group	Международен стандарт за видео и аудио информация
NA	Numerical Aperture	Числена апертура (ЧА)
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Национално управление по въздухоплаване и изследване на космическото пространство (НАСА)
NIST	National Institute of Standards and Technology (USA)	Национален институт по стандартизация и технологии
NRZ code	Non- Return-to-Zero code	Код без връщане до нула
NTSC	National Television System Committee	Телевизионна система NTSC, Комитет за национални телевизионни системи
OC	Optical Carrier	Оптична носеща
OLAN	Optical LAN	Оптична мрежа
OSI (OSIRM)	Open System Interconnection Reference Model	Открита мрежова архитектура; Еталонен модел на 7 нива
PA	PreAmplifier	Предусилвател
PAL	Phase Alternation Line(s)	Система за цветна телевизия (PAL)
PC	Personal Computer	Персонален компютър (ПК)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	Плезеохронна цифрова йерархия
PIN PD	Positive-Intrinsic Negative (PIN) PhotoDiode	PIN-фотодиод, Фотодиод с PN преход и собствен (I) слой
PON	Passive Optical Network	Пасивна оптична мрежа
Ppi	pixels per inch	Пиксели на инч
PSD	Position Sensitive Detector	Позиционно- (Координатно) чувствителен детектор
PSK	Phase-Shift Keying	Фазова манипулация
RAM	Random Access Memory	Оперативно запомнящо устройство (ОЗУ)
RGB	Red-Green-Blue	Червен-зелен-син (ЧЗС)
RISC	Reduced Instruction Set Computer	Компютър със съкратен набор от инструкции
ROM	Read-Only Memory	Постоянно запомнящо устройство (ПЗУ)
RS 232 (EIA 232)	Recommended Standard 232	Препоръчителен стандартен сериен интерфейс 232
SCSI	Small Computer System Interface	Интерфейс за малки компютри
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Синхронна цифрова йерархия
SDTV	Super Digital TeleVision (TV)	Супер цифрова телевизия (ТВ)
SN(S/N) R	Signal-to-Noise Ratio	Отношение сигнал/шум (С/Ш)
(SOCS, COCS)	Space (Cosmic) Optical Communication Systems	Космични оптични комуникационни системи (КОКС)

**СЪВРЕМЕННИ ЛАЗЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОМПЮТЪРНАТА И КОМУНИКАЦИОННА  
ТЕХНИКА  
ИВАН КОЛЕВ, ЕЛЕНА КОЛЕВА**

Съкращение	Английско тълкуване	Българско тълкуване
SONET	Synchronous Optical NETwork	Синхронна оптична мрежа
STM	Synchronous Transfer Mode	Режим на синхронно предаване
TAOCS	TransAtmospheric Optical Communication Systems	Трансатмосферни оптични комуникационни системи (ТАОКС)
TV	TeleVision (TV)	Телевизия,телевизионен (ТВ)
USB	Universal Serial Bus	Универсална серийна шина
VHS	Video Home System	Видео система за бита тип VHS
WDM	Wavelength-Division Multiplexing	Мултиплексиране с разделяне по дължината на вълната (Спектрално уплътнение)
WDM	Wide Wavelength-Division Multiplexing	Мултиплексиране с широко разделяне по дължината на вълната

## ПОСВЕЩЕНИЕ

*Публикацията се посвещава на 50 годишнината от приложението на лазерите.*

### ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ:

- [1]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Кохерентна оптоелектроника*. Пловдив: Автоспектър, 2008. ISBN 978-954-8932-46-2. ; Kolev, I. and E. Koleva. *Coherent optoelectronics*. Plovdiv, Auto Spectrum, 2008, SBN 978-954-8932-46-2 (342 pages). Monograph.
- [2]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Некохерентна оптоелектроника*. Габрово: Унив. изд. „В. Априлов“, 2007, ISBN 978-954-683-373-0 ; Kolev, I. and E. Koleva. *Non-coherent optoelectronics*. Gabrovo, Univ. ed. "V. Aprilov ", 2007, ISBN 978-954-683-373-0 (256 pages). Monograph.
- [3]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Инфрочервена оптоелектроника*. Габрово: Унив. изд. „В. Априлов“, 2008. ISBN 978-954-683-402-7.; Kolev, I. and E. Koleva. *Infrared Optoelectronics* (Second Revised and Supplemented Edition). Gabrovo, Univ. ed. "V. Aprilov", 2008, ISBN 978-954-683-402-7 (341 pages).
- [4]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Оптоелектроника и оптични комуникации*. Габрово: Унив. изд. „В. Априлов“, 2008. ISBN 978-954-683-405-8.; Kolev, I. and E. Koleva. *Optoelectronics and optical communications* (Second Revised and Supplemented Edition). Gabrovo, Univ. ed. "V. Aprilov ", 2008, ISBN 978-954-683-405-8 (192 pages).
- [5]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Оптоелектронни сензори и оптоелектронни охранителни системи*. Габрово: Унив. изд. „В. Априлов“, 2009. ISBN 978-954-683-420-1. ; Kolev, I. and E. Koleva, *Optoelectronic sensors and optoelectronic security systems*. Gabrovo, Univ. ed. "V. Aprilov ", 2009, ISBN 978-954-683-420-1 (397 pages).
- [6]. КОЛЕВА, Е. Н. *Индустриална електроника*. Габрово: Екс-прес, 2010. ISBN 978-954-490-134-9.; Koleva, E. *Industrial Electronics*. Gabrovo, ed. "Express", 2010, ISBN 978-954-490-134-9 (634 pages).
- [7]. КОЛЕВА, Е. Н. и И. С. КОЛЕВ. *Индустриални оптоелектронни системи*. Габрово: Екс-прес, 2011. ISBN 978-954-490-193-6. ; Koleva, E. and I. Kolev. *Industrial optoelectronic systems*. Gabrovo, ed. Express, 2011. ISBN 978-954-490-193-6, (245 pages).
- [8]. КОЛЕВА, Е. Н. и И. С. КОЛЕВ. *Оптоелектроника, лазерна техника и оптични комуникации: тълковен речник*. Габрово: Екс-прес, 2011. ISBN 978-954-490-230-8. Koleva, E. and I. Kolev. *Optoelectronics, laser and optical communications*. Dictionary. Gabrovo, ed. "Express", 2011. ISBN 978-954-490-230-8 (455 pages).
- [9]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Модерни лазерни технологии: справочник посветен на 50 г. от приложението на лазерите*. Габрово, Екс-прес, 2012. ISBN 978-954-490-315-2. ; Kolev, I. and E. Koleva. *Modern laser technology. Directory*. Gabrovo, ed. Express, 2012 (379 pages).
- [10]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Оптоелектроника. Прибори. Елементи. Приложения*. София: Техника, 2007. ISBN 978-954-030-670-4. (288 стр.). Монография.; Kolev, I. and E. Koleva. *Optoelectronics. Instruments. Elements. Apps*. Sofia, Technika, 2007 (288 pages). Monograph.
- [11]. КОЛЕВ, И. С., Ц. В. КАРАДЖОВ и Е. Н. КОЛЕВА. *Оптоелектроника: ръководство за лабораторни упражнения*. Габрово: Унив. изд. „Васил Априлов“, 2006. ISBN 954-683-328-2.;
- [12]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Оптоелектроника: Буквени съкращения на английски език ; Бълг.-англ. речник : Уч. пособие*. София: БАН, Академично издателство „Проф. Марин Дринов“, 2007. ISBN 978-954-322-173-8. ; Letter cuts in English. Bulgarian - English Dictionary. Sofia, Bulgarian Academy of Sciences, Academic Publishing House "Prof. Marin Drinov, 2007. (168 pages).
- [13]. КОЛЕВ, И. С. и Е. Н. КОЛЕВА. *Ултравioletов оптрон. Официален бюлетин. Патентно ведомство на Република България*. 2008, (5), с. 21-22. ; Kolev, I. and E. Koleva. *Ultraviolet optocoupler*. Bulletin published applications for inventions, Patent Office of the Republic of Bulgaria, 2008, № 5, 21-22.

[14]. КОЛЕВА, Е. Н. и И. С. КОЛЕВ. Лазерен оптрон. *Официален бюлетин. Патентно ведомство на Република България*. 2008, № 5, с. 22.; Koleva, E. and I. Kolev. *Laser optron*. Bulletin published applications for inventions, Patent Office of the Republic of Bulgaria, 2008, № 5, p. 22.

[15]. КОЛЕВА, Е. Н. *Оптични комуникации: Ръководство за лабораторни упражнения*. Габрово: Унив. изд. „В. Априлов“, 2010, ISBN 978-954-683-430-0.; Koleva, E. *Optical Communications*. Handbook for laboratory exercises, Gabrovo, Univ. ed. "IN. Aprilov ", 2010, ISBN 978-954-683-430-0.

[16]. КОЛЕВА, Е. Н. и КОЛЕВ, И. С. *Инфрочервена оптоелектроника: Ръководство за лабораторни упражнения*. Габрово: Унив. изд. „В. Априлов“, 2010. ISBN 978-954-683-434-8.; Koleva, E. and I. Kolev. *Infrared Optoelectronics*. Handbook for Laboratory Exercises. Secondly revised and supplemented ed., Gabrovo, Univ. ed. "IN. Aprilov ", 2010, ISBN 978-954-683-434-8.

**Информация за авторите:**

проф. д-р инж. Иван Станчев Колев, Катедра „Електроника“ при Технически университет, Габрово 5300, ул. „Хаджи Димитър“ № 4, тел. (066)827 433 email: [ipk\\_kolev@yahoo.com](mailto:ipk_kolev@yahoo.com)  
д-р инж. Елена Недялкова Колева, Катедра „Електроника“ при Технически университет, Габрово 5300, e-mail: [elena\\_tugabrovo@abv.bg](mailto:elena_tugabrovo@abv.bg)

**Contacts:**

Prof. Ivan Kolev, DSc, Department Electronics of TU - Gabrovo, 4 st. Hadji Dimitar, tel: 359 66 827433, e-mail: [ipk\\_kolev@yahoo.com](mailto:ipk_kolev@yahoo.com).

MSc Elena Koleva, PhD, Department Electronics of TU - Gabrovo, 4 st. Hadji Dimitar, tel: 359 66 827433, e-mail: [elena\\_tugabrovo@abv.bg](mailto:elena_tugabrovo@abv.bg)

Дата на постъпване на ръкописа (Date of receipt of the manuscript): 12.09.2013

Дата на приемане за публикуване (Date of adoption for publication): 11.03.2014