



ОСОБЕНОСТИ И ЗАЩИТА НА ЗРЕНИЕТО ОТ ЛАЗЕРНИ ИЗТОЧНИЦИ НА СВЕТЛИНА

Петър БРЪНЗАЛОВ

ppb@vtu.bg

доцент д-р, ВТУ "Тодор Каблешков", София, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ

Резюме: Настоящата работа е посветена на особеностите, неблагоприятните въздействия и начините за защита на зрението, свързани с въздействието на светлината излъчвана от лазерни източници. Анализирани са най-важните причини за увреждането на зрението от лазерната светлина и е показано, че тези причини произтичат от самите характерни физически особености на тази светлина. Предложени са конкретни методи за ефективна защита на зрението, намаляване на психологическото натоварване и умората при продължителна работа с лазерни източници на светлина.

Ключови думи: лазери, безопасна работа с лазери, защита на зрението при работа с лазерни прибори

1. ВЪВЕДЕНИЕ.

1.1. Съвременно състояние на проблема.

Свърхразвитието на лазерните методи, лазерните технологии и лазерните устройства, в кратък период от време доведе до тяхното разпространение в всички сфери на живот и деятелност на човека. Днес лазерната светлина присъства на професионалните работни места (лазерни системи, лазерни нивелири, лазерни показалки, лазерни прицели и т.н.), в медицинските центрове (лазерни терапии), в местата за прекарване на свободното време (дискотеки, концерти и др.), в дома и др. Все повече професионални и битови устройства се снабдяват с лазерни източници на светлина и това създава опасност от формирането на значителен поток от такава светлина към човека и неговите зрителни органи (очите). Редица научни изследвания [1,2] показват, че лазерното излъчване може да бъде много опасно за организма на човека и на първо място за органите на зрението. От всички системи на човека, най-уязвими за действието на лазерната светлина са очите на човека, още повече, че те имат способността силно да концентрират светлината в себе си. В същото време не е напълно изяснен въпросът за

основните физически механизми по които лазерното излъчване уврежда зрението и органите на зрението, а като следствие от това, не се указват достатъчно ясни и прости достъпни методи за защита. Това особено важи за маломощните лазерни източници. Съвременното състояние на проблема се свежда до препоръки за използването на професионални очила с оптически филтри в лазерните лаборатории, но нищо не се препоръчва в случаите когато професионалната защита отсъства или набавянето на такава е невъзможно и когато лазерната светлина се използва на обществени места, в дома и др. Дори и много слабо лазерно излъчване може да бъде много опасно, когато се концентрира от оптичката система на окото. Най-честите неблагоприятни и увреждащи въздействия на лазерната светлина върху човека са свързани с прогресивно отслабване на зрението, появата на напрежение в очите, появата на психическо напрежение, умора и др.

1.2. Формулиране на задачата. Настоящата работа има за цел да определи набора от причини водещи до увреждането на зрението, а също и да посочи най-удачните и достъпни

методи и средства за защита от вредното въздействие на лазерната светлина.

2. СВОЙСТВА НА ЛАЗЕРНИТЕ СНОПОВЕ И ЛАЗЕРНОТО ИЗЛЪЧВАНЕ.

Лазерната светлина притежава най-уникалните свойства сред всички видове светлинни излъчвания и по своето същество е най-качествената светлина която може да съществува в Природата, науката и техниката. Сред уникалните свойства на лазерната светлина могат да се посочат следните:

2.1. Свръхвисока яркост на излъчването. Колкото по-ярък е един светлинен източник, толкова изображение с по-голяма интензивност на наблюдавания обект се формира върху ретината на окото. Лазерите са най-ярките светлинни източници.

2.2. Кохерентност. Кохерентността на лазерното излъчване оказва своето неблагоприятно въздействие върху очите, чрез подсвойствата си: монохроматичност, насоченост, фазова разлика и поляризация.

2.3. Свръхвисока насоченост (разходимост). Високата степен на насоченост на лазерното излъчване произтича от кохерентността и му е вътрешно присъща. Типична стойност на разходимостта за обикновените лазерни източници е около 10^{-3} [rad]. Голямата насоченост на лазерното излъчване е един от основните фактори определящи увреждащото му действие. Това е така понеже, високата насоченост е една от основните причините предизвикваща формирането на много малко по размер фокалното петно върху ретината на окото. Нещо повече, поради високата насоченост, интензивността на излъчването във вътрешността на лазерните снопове, много слабо намалява с разстоянието и в резултат на това, опасността за увреждане на зрението се запазва дори след като лазерния сноп е изминал разстояния от много километри.

2.4. Свръхвисока плътност на мощността (интензивност). Интензивността или повърхностната плътност на светлинната мощност е характеристика която определя мощността на единица повърхност (I [W/m^2]), която носи в снопа или отделя лазерния сноп върху дадена повърхност.

Интензивността на лазерното излъчване е най-голяма в сравнение с всички други светлинни източници и може да достига стойности от порядъка на $I=10^3-10^4$ [W/cm^2] за лазери с непрекъснато действие и е много по-

голяма при лазерите с импулсно действие. Свръхвисоката интензивност която формира лазерното излъчване върху ретината на окото, е решаващият фактор за нейното претоварване и увреждане.

2.5. Свръхвисока монохроматичност. Монохроматичността на лазерното излъчване има различни стойности при различните лазери, но по принцип лазерите са възможно най-монохроматичните светлинни източници от всички други светлинни източници в Природата и техниката. Монохроматичността на лазерното излъчване минимизира хроматичните aberации и това води до намаляването на размерите на фокусното петно върху ретината на окото и така се повишава опасността от увреждането на ретината.

2.6. Точковидни изображения. Важна особеност на лазерното излъчване е това, че независимо дали е насочено пряко към органите на зрение (очите), или се наблюдава изображението на лазерния лъч при попадането му върху дадена повърхност, то винаги се формира точковидно изображение върху ретината на окото. Така, лазерното излъчване си остава опасно дори и когато попада върху странична повърхност, което не е характерно за другите източници на светлина.

3. ОСНОВНИ ФАКТОРИ И МЕХАНИЗМИ НА УВРЕЖДАНЕ НА ОКОТО.

Взаимодействието (облъчването) на биологичните тъкани с лазерното излъчване може и предизвиква редица благоприятни (стимулиращи) и неблагоприятни (увреждащи) ефекти. Сред неблагоприятните ефекти най-голямо значение имат: светлинното претоварване на тъканите на окото и особено на ретината на окото, появата на бели петна върху ретината на окото, разрушаването на тъканите, включително на тъканите на окото в малка или по-голяма област, намаляването на остротата на централното зрение, топлинен ефект (повишаване на температурата на тъканите), коагулация на белтъците, получаване на отравящи организма продукти вследствие на разрушаването на биологичните тъкани, образуване на свободни радикали в облъчените тъкани, предизвикване (иницииране) на нежелани или нетипични за организма биохимични реакции, прекомерно стимулиране на естествени биохимически реакции и др.

3.1. Свръхвисока яркост. Характерна особеност на лазерното излъчване е неговата свръхвисока яркост, която многократно над-

вишава яркостта на всички други природни и технически източници на светлина. Като пример може да се разгледа един свръхмаломощен лазер с мощност $P=1 \text{ [mW]}=0,001 \text{ [W]}$, с типичната за обикновенните лазерни източници разходимост от $\theta=10^{-3} \text{ [rad]}$ и диаметър на снопа $d=2 \text{ [mm]}=0,002 \text{ [m]}$. Яркостта на такъв светлинен източник ще е различна в следните различни случаи:

***ПРЯКО ФРОНТАЛНО НАБЛЮДЕНИЕ НА ЛАЗЕРНИЯ СНОП.** При фронтално наблюдение от близко разстояние (например, $L=0,5 \text{ [m]}$), диаметъра на лазерния сноп не се изменя съществено. В тези условия яркостта ще бъде:

$$Y=(1/S_0)(dP/d\Omega)=(1/3,1416 \cdot 10^{-6}) \cdot (0,001/7,85 \cdot 10^{-7})=4,055 \cdot 10^8 \text{ [W/(srad.m}^2)], \quad (1)$$

където: $S_0=3,1416 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2]$ - е площта на напречното сечение на лазерния сноп; $dP=0,001 \text{ [W]}$ - е мощността на лазера; $d\Omega=7,85 \cdot 10^{-7} \text{ [srad]}$ - е пространствения ъгъл в който се разпространява лазерното излъчване и който съответствува на ъгъла на разходимост от 10^{-3} [rad] .

ИЗВОД: Яркостта и на най-маломощният лазер е много пъти по-голяма, от яркостта на всеки друг обект в Природата и техниката. Това показва, че няма безопасен за очите и зрението лазерен източник, колкото и маломощен да е той.

***ОТРАЖЕНИЕ НА ЛАЗЕРНИЯ СНОП ОТ ПЛОСКА ОГЛЕДАЛНА ПОВЪРХНОСТ.** Ако наблюдател се намира на близко разстояние от плоска огледална повърхност ($L=0,5 \text{ [m]}$) и светлината на маломощен лазерен източник ($P=0,001 \text{ [W]}$) се отрази от тази повърхност и попадне фронтално в очите на наблюдателя, то за наблюдателя лазерният източник ще има практически същата яркост, както в случая на пряко фронтално наблюдение на лазерния сноп.

***ОТРАЖЕНИЕ НА ЛАЗЕРНИЯ СНОП ОТ РАЗЛИЧНИ ПЛОСКИ МАТОВИ ПОВЪРХНОСТИ (ДИФУЗНО ОТРАЖЕНИЕ).** Интерес представлява въпросът, дали при дифузно отражение, лазерно излъчване представлява сериозна опасност за зрението и очите на човека. Това е често срещан случай при работа с лазерни източници, при което напълно неправилно масово се приема, че ако лазерният източник е маломощен, то отразената дифузно светлина е толкова безопасна за зрението, че дори не се налага използването

на защитни средства. Това обаче съвсем не е така. В таблица 1, яркостта е определена когато лазерният сноп ($P=0,001 \text{ [W]}$; $\theta=10^{-3} \text{ [rad]}$; $d=2 \text{ [mm]}$) попада върху матова повърхност с определен коефициент на отражение R и различна грапавост, разположена на разстояние $L=0,5 \text{ [m]}$ от наблюдателя, при което отразената лазерна светлина може да се разпространява в по-малък или в по-голям пространствен ъгъл и след това попада в очите на наблюдателя. Яркостта на наблюдаваното върху повърхността лазерно петно ще бъде:

Таблица 1

| мощност на лазера $P \text{ [W]}$ | коэф. на отражение R | отразената мощност $[W]$ | ъгъл $\Omega \text{ [srad]}$ | яркост $Y \text{ [W/(sr.m}^2)]$ | яркост $Y \text{ [cd/m}^2]$ ($\lambda=632 \text{ [nm]}$) |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|--|
| 0,001 | 0,3 | 0,0003 | 1 | 95,493 | 19501 |
| 0,001 | 0,3 | 0,0003 | π | 30,396 | 6208 |
| 0,001 | 0,3 | 0,0003 | 2π | 15,198 | 3104 |

като: $S_0=3,1416 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2]$ - е площта на светещото петно върху повърхността, която е равна на напречното сечение на лазерния сноп; яркостта $Y \text{ [cd/m}^2]$ е определена за червен цвят на лазера ($\lambda=632 \text{ [nm]}$). При други стойности на коефициента на отражение, определената по-горе яркост се изменя пропорционално.

ИЗВОД: Видно е, че когато повърхността е относително слабоотразяваща, то и при пълно дифузно отражение (пространствен ъгъл на разсейване $2\pi \text{ [srad]}$), яркостта остава много голяма ($Y=15,1981 \text{ [W/(srad.m}^2)]$)= $3103,76 \text{ [cd/m}^2]$ за $\lambda=632 \text{ [nm]}$) и следователно опасна за зрението и очите.

3.2. Формиране на свръхвисока интензивност върху ретината. Формирането на свръхвисока интензивност на светлинното (лазерно) излъчване върху ретината на окото е най-същественният елемент на въздействието на лазерните източници. Това е така понеже, ретината на окото е и най-чувствителният и най-важният елемент за зрението на човека. Смело може да се каже, че поради своята яркост и кохерентност, лазерното излъчване толкова силно атакува (въздейства) на ретината на окото, че на практика безопасно малки дози лазерно излъчване няма. И най-слабото лазерно излъчване може и е опасно за

окоото и най-вече за ретината на окоото. Колкото по-ярък е един осветен обект, толкова по-интензивно изображение той създава върху ретината на окоото. На практика, въздействията на лазерното излъчване върху очите, са свързани с три възможни варианта: пряко фронтално попадане на лазерното излъчване в окоото, попадане на лазерното излъчване в окоото след отражението му от огледална повърхност и попадане на част от отразеното дифузно от матова повърхност лазерно излъчване в окоото. Отново може да се отбележи, че работещите с лазерни източници на светлина често считат напълно погрешно, че третият случай на дифузно отражение е безопасен за очите, понеже при него лазерния лъч не попада директно в окоото. Това е погрешно схващане. Ако вземем за пример маломощен лазерен източник ($P=1$ [mW]=0,001 [W]; $\theta=10^{-3}$ [rad]; $d=2$ [mm]), каквито широко се използват за лазерни показалки, лазерни нивелири и много други устройства и се считат за "напълно безопасни", ще имаме:

***ПРИ ПРЯКО ЛАЗЕРНО ИЗЛЪЧВАНЕ.** Пряко попадане на лазерното излъчване в окоото означава, че лазерното излъчване е насочено по оптичната ос на окоото. Трябва да се отбележи, че окоото е практически идеална оптична система, състояща се от една леща с променливо фокусно разстояние. Фокусното разстояние на окоото за успоредни светлинни лъчи (безкрайно отдалечен обект) е около $1,7$ [cm]=0,017 [m]. Тази стойност ни позволява да определим в този случай размера на фокалното петно върху ретината на окоото при фокусиране на лазерното излъчване:

$$d_F = \theta f = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ [cm]} \text{ (на ниво } \frac{1}{2} \text{ интензивност)} \quad (2)$$

$$S_F = \pi (d_F/2)^2 = 3,1416 \cdot (1,7 \cdot 10^{-3}/2)^2 = 2,270 \cdot 10^{-6} \text{ [cm}^2\text{]}, \quad (3)$$

където: $\theta=10^{-3}$ [rad] - е типичната за повечето обикновени лазерни източници разходимост на излъчването; $f=1,7$ [cm] - е фокусното разстояние на човешкото око; d_F - е диаметъра на фокалното петно; S_F - е площта на фокалното петно. Така, за интензивността на лазерното излъчване върху ретината получаваме:

$$(4) I_{RET} = P/S_F = 0,001/2,270 \cdot 10^{-6} = 440,5 \text{ [W/cm}^2\text{]}.$$

В сравнение с максимално-допустимата интензивност върху ретината на окоото при продължително натоварване ($I_{RET,MAX}=0,1 \cdot 10^{-5}$

[W/cm²] [3], горната стойност е около $4,4 \cdot 10^8$ пъти по-голяма.

ИЗВОД (1): Всяко пряко попаднало в очите лазерно излъчване, колкото и маломощно да е, винаги създава огромно светлинно претоварване на ретината на окоото. Затова безопасно маломощни лазери и лазерно излъчване няма.

ИЗВОД (2): Причина за това свръхпретоварване е кохерентността и огромната яркост на лазерното излъчване.

***ПРИ ОТРАЖЕНИЕ ОТ ОГЛЕДАЛНА ПОВЪРХНОСТ.** Отражението на лазерното излъчване от плоска огледална повърхност, променя посоката му, но не изменя съществено параметрите му. Така, при близко наблюдение на отразения лазерен сноп, се запазват зависимостите определени по-горе.

***ПРИ ОТРАЖЕНИЕ ОТ ПЛОСКА МАТОВА ПОВЪРХНОСТ.** При отражение на лазерното излъчване от матови повърхности, в зависимост от вида и грапавостта на повърхността, излъчването се разпространява в по-малък или по-голям пространствен ъгъл, като това определя и въздействието му върху очите. Вида на повърхността и материала от който е направена, определят и коефициента на отражение на излъчването от тази повърхност. В таблица 2 е определена интензивността която се формира във фокалното петно върху ретината на окоото, при наблюдение от разстояние $L=0,5$ [m] на отразено от матова повърхност лазерно излъчване ($P=0,001$ [W]; $\theta=10^{-3}$ [rad]; $d=2$ [mm]) и при диаметър на зеницата $D_{ZEN}=4$ [mm].

Таблица 2

| мощност на лазер а P [W] | коэф. на отражени е R | отра-зена мощ-ност [W] | ъгъл Ω [srad] | яркост Y [W/ (sr.m ²)] | интен-зивност в/у ре-тината I _{RET} [W/cm ²] |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------------------|---|
| 0,001 | 0,3 | 0,0003 | 1 | 95,493 | 415.(0,1 .10 ⁻⁵) |
| 0,001 | 0,3 | 0,0003 | π | 30,396 | 42.(0,1 .10 ⁻⁵) |
| 0,001 | 0,3 | 0,0003 | 2π | 15,198 | 11.(0,1 .10 ⁻⁵) |

Площта на фокалното петно върху ретината в този случай е $S_F=3,632 \cdot 10^{-5}$ [cm²]. Площта на лазерното петно върху матовата повърхност е $S_0=3,1416 \cdot 10^{-6}$ [m²] и съвпада с площта на

напречното сечение на лазерния сноп. При други стойности на коефициента на отражение, определените по-горе параметри се изменят пропорционално.

ИЗВОД (1): Така, дори при сравнително лошо отразяваща светлината матова повърхност, дори когато излъчването се разсейва в пространствен ъгъл 2π [sr], имаме претоварване на ретината на окото над 10 пъти, над интензивността допустима за продължително наблюдение ($0,1 \cdot 10^{-5}$ [W/cm²]). На практика, лазерното излъчване обикновено се разсейва в много по-малък ъгъл и затова би следвало да се счита, че претоварва ретината на окото поне няколко стотин пъти над допустимото. И то при свръхмаломощен лазер.

ИЗВОД (2): Безопасно маломощни лазерни източници и лазерно излъчване няма.

3.3. Кумулативен характер. Друг важен и изключително неблагоприятен ефект свързан с претоварването на окото със светлина във видимия диапазон (VR), особено лазерна светлина, е кумулативния характер на въздействието. Интересна и важна особеност е факта, че по неизвестни причини, окото не може да възстановява напълно своите първоначални функции след светлинни претоварвания във видимия диапазон. Така, винаги се стига до един прогресиращ процес на по-бързо или по-бавно влошаване на зрението.

ИЗВОД: Следователно, само безопасната работа и превантивното използване на защитни средства, могат да имат ефект при защита на зрението и очите от светлинни претоварвания.

4. ОСНОВНИ МЕТОДИ ЗА ЗАЩИТА.

4.1. Правилна превенция и защита.

Правилната превенция и защита на органите на зрение (очите), се явяват абсолютно задължителни, във връзка с кумулативния характер на въздействието на лазерното излъчване във видимия спектрален диапазон. Това е така, защото зрението не може да се възстановява напълно след светлинно претоварване с лазерно излъчване във видимия диапазон и защото, безопасно малки дози лазерно излъчване няма. Така, важен фактор определящ въздействието на лазерното излъчване се явява светлинната експозиция, т.е. общата доза лазерно излъчване достигнала до органите на зрение, а не само неговата мощност или енергия.

Кумулативният характер е най-силно изразен в спектралния диапазон $\Delta\lambda=380-555$ [nm], след което в спектралния диапазон $\Delta\lambda=555-680$ [nm] започва прогресивно да отслабва и в инфрачервения спектрален диапазон $\lambda>680$ [nm] не се наблюдава. От горното следва:

ИЗВОД (1): Всяка работа с лазерни източници на светлина, без използването на защитни средства за очите, се явява абсолютно недопустима, колкото и слабо да е лазерното излъчване.

ИЗВОД (2): Безопасно малки дози лазерно излъчване няма.

ИЗВОД (3): Основният фактор против който трябва да са насочени защитните мероприятия при работа с лазерно излъчване, се явява светлинната експозиция, т.е. общото количество енергия достигаща до очите, независимо от продължителността на периода в който е получена тази експозиция.

ИЗВОД (4): Всеки лазерен лъч трябва да е обезопасен така, че да се минимизира възможността за неговото въздействие върху органите на зрение.

4.2. Професионални лазерни очила с филтри.

Като най-надеждна защита на очите от лазерното излъчване се счита обезопасяването на лазерния лъч и използването професионалните защитни лазерни очила със селективни филтри за всеки вид лазерно излъчване [4]. Недостатъци на тези защитни средства са високата им цена, а също и необходимостта да се използва набор от такива очила, ако се работи с различни лазерни източници. Не са приложими за широко използване на обществени места и при домашни условия.

4.3. Очила с потъмнени стъкла. При отсъствието на професионални средства за защита, ефективна и универсална защита против светлинното претоварване на очите от лазерна светлина с произволна дължина на вълната, са очилата е потъмнени стъкла. Те са спектрално неселективни и могат да отслабват интензивността на лазерна светлина при произволна дължина на вълната от видимия диапазон. Очилата с потъмнени стъкла са евтини и общодостъпни, могат да бъдат подбрани с потъмненост в широк диапазон и така позволяват да се сведе светлинното натоварване на окото до произволно ниска степен. С тези очила може ефективно да се намали интензивността на лазерната светлина върху ретината на окото, да се намали напрежението в очите, нервната

система и др., при работа с лазерни източници

4.4. Очила с диоптър и прозрачни стъкла. Интересен е въпросът, какво влияние имат очилата с диоптър и прозрачни стъкла върху натоварването на очите при работа с лазерна светлина. Човешкото око е почти съвършена оптична система с една леща, която по своето качество можем да оприличим на двойните ахроматни лещи. В същото време, очилата с диоптър са проста и не толкова качествена оптична система, чийто фокусиращи свойства са много по-лоши. По сравнение с двойните ахроматни лещи, простата единична леща разширява диаметъра на фокалното петно 4.2 пъти [4]. Това съответства на изменение на площта на фокалното петно върху ретината около 17 пъти.

ИЗВОД: Очилата с диоптър и прозрачни стъкла също могат да бъдат значителна защита за ретината на окото, понеже увеличават по площ фокалните петна на интензивните точки от изображението формиращо се върху ретината на очите, при което това увеличение може да достигне до 17 пъти.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Основните резултати в настоящата работа могат да се обобщат в следните аспекти:

*Показано е, че безопасно ниски дози лазерно излъчване няма.

*Показано е, че всяка професионална и лична дейност свързана с лазерните източници на светлина, трябва да се провежда винаги със защитни средства, най-вече по отношение на органите на зрението (очите).

*Оценена е степента на натоварване на окото в различни случаи на наблюдение (пряко или

косвено) на маломощно лазерно излъчване и е определена степента на претоварване на окото.

*Определени са основните фактори от които се определя светлинното натоварване на тъканите на окото - яркостта на наблюдавания обект и разстоянието до него.

*Предложени са достъпни методи за защита и намаляване на светлинното натоварване на окото и е изказана тезата, че дори очила с диоптър и прозрачни стъкла, могат да намалят светлинното натоварване на ретината на окото до около 17 пъти по отношение на лазерното излъчване.

В заключение може да се каже, че като цяло науката за въздействието на лазерното излъчване, нормативната база уреждаща работата с лазерните източници на светлина, ефективната защита на биологичните тъкани и органите на зрение на човека от лазерното излъчване в различните негови диапазони на мощност и дължина на вълната, се намира в зачатъчна и противоречиво дефинирана фаза.

ЛИТЕРАТУРА.

[1]. Довгий Я., Оптические квантовые генераторы, изд. "Вища школа", Киев, 1977.

[2]. Справочник по лазерам, т.1, 2, ред. А.Прохоров, изд. "Советское радио", 1978.

[3]. Брънзалов П., Особенности и защита на зрението от дисплеи и други технически източници на светлина, XVIII Научна конференция "Транспорт 2008", София, 2008.

[4]. TorLabs Inc., Tools of the Trade (Catalog), v.17, 2005.

PECULIARITIES AND PROTECTION OF HUMAN VISION FROM LASER LIGHT SOURCES

Peter BRANZALOV

VTU "Todor Kableschkov", Sofia, 158 Geo Milev str.,
BULGARIA

***Abstract:** In the present work, the influences on the human vision of the light emitted from the laser sources, are studied. They are studied the most important causes with respect to damage of the human vision from the laser light and it is shown that this damages comes from the basic properties of the laser light. They are proposed effective and simple methods for protection of the human vision, when it is have a long time of working with such kind of light sources.*

***Key words:** lasers, protections of human vision from laser light.*