

20121323230

## МИНИСТЕРСТВО ЗА ТРУД И СОЦИЈАЛНА ПОЛИТИКА

Врз основа на член 47 од Законот за безбедност и здравје при работа (“Службен весник на Република Македонија” бр. 92 /07 и 136/11), министерот за труд и социјална политика, донесе

### П РА В И Л Н И К ЗА МИНИМАЛНИТЕ БАРАЊА ЗА БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ ПРИ РАБОТА НА ВРАБОТЕНИ ОД РИЗИЦИ ПОВРЗАНИ СО ИЗЛОЖУВАЊЕ НА ФИЗИЧКИ АГЕНСИ (ВЕШТАЧКО ОПТИЧКО ЗРАЧЕЊЕ)\*

#### Член 1

(1) Со овој правилник се пропишуваат минималните барања за безбедност и здравје при работа на вработените од ризици поврзани со изложување на физички агенси (вештачко оптичко зрачење).

(2) Овој правилник се однесува на ризикот по безбедноста и здравјето на вработените од негативните ефекти врз очите и кожата предизвикани од изложеност на вештачко оптичко зрачење.

#### Член 2

Одделни изрази употребени во овој правилник го имаат следново значење:

1. „оптичко зрачење” е секое електромагнетно зрачење во подрачје на бранови должини меѓу 100 nm и 1 mm, и тоа:

- „ултравиолетово зрачење” е оптичко зрачење во подрачје на бранови должини меѓу 100 nm и 400 nm. Ултравиолетовото подрачје е поделено на УВА (UVA) (315-400 nm), УВБ (UVB) (280-315 nm) и УВЦ (UVC) (100-280 nm);

- „видливо зрачење” е оптичко зрачење во подрачје на бранови должини меѓу 380 nm и 780 nm;

- „инфрацрвено зрачење”, е оптичко зрачење во подрачје на бранови должини меѓу 780 nm и 1 mm. Областа на инфрацрвено зрачење е поделено на ИРА (IRA) (780-1400 nm), ИРБ (IRB) (1400-3000 nm) и ИРЦ (IRC) (300 nm – 1 mm);

2. „ласер” (засилување на светлината со стимулирана емисија на зрачење) е секој уред кој може да биде произведен да создава и шири електромагнетно зрачење во подрачје на бранови должини на оптичко зрачење првенствено преку процес на контролирана стимулирана емисија;

3. „ласерско зрачење” е оптичко зрачење од ласер;

4. „некохерентно зрачење” е секое оптичко зрачење различно од ласерското зрачење;

5. „гранични вредности на изложеност” се граници на изложеност на оптичко зрачење кои се базираат директно на утврдените влијанија врз здравјето и биолошките согледувања;

6. „ирадијација (E)” или густина на моќност” е влезна моќност на изворот на зрачење по единица површина врз површина изразена во вати на квадратен метар ( $W m^{-2}$ );

7. „изложеност на извор на зрачење (H)” е интегрално време на зрачење, изразено во дули на квадратен метар ( $J m^{-2}$ );

---

\* Со овој правилник се врши усогласување со Директивата 2006/25/EЗ на Европскиот парламент и на Советот од 5 април 2006 година за минимални барања за здравје и безбедност во однос на изложеност на работниците на ризици што произлегуваат од физички агенси (вештачко оптичко зрачење) (19 поединечна Директива во рамките на значењето на член 16(1) од Директивата 89/391/EEЗ) CELEX бр. 32006L0025

8. „зрачење (L)” е светлински флуks или излезна моќност по единица по просторен агол по единица површина, изразен во вати на квадратен метар по стередијан ( $W m^{-2} sr^{-1}$ );
9. „ниво” е комбинација на ирадијација, изложеност на зрачење и на зрачење на кое е изложен вработениот.

#### Член 3

(1) Граничните вредности на изложеност за некохерентно зрачење, различно од она што го емитуваат природни извори на оптичко зрачење, се дадени во Прилог бр.1, кој е составен дел на овој правилник.

(2) Граничните вредности на изложеност за ласерско зрачење се дадени во Прилог бр. 2, кој е составен дел на овој правилник.

#### Член 4

(1) Од страна на работодавачот, во согласност со прописите од областа на безбедност и здравје при работа се врши проценка и по потреба мерење и/или пресметка на нивото на изложеност на оптичко зрачење на кое може да бидат изложени вработените, за да се идентификуваат и да се спроведат мерките за ограничување на изложеноста до прифатливо ниво.

(2) Мерките што се применуваат во проценката, мерењата и/или пресметките се вршат со примена на научни/стручни методи, во согласност со современите достигнувања.

(3) Проценката, мерењето и/или пресметките од став 1 на овој член се вршат од страна на стручни лица, согласно прописите од областа на безбедност и здравје при работа.

(4) Податоците добиени од проценката, вклучувајќи ги и оние добиени од мерењата или пресметките на нивото на изложеност од став 1 на овој член се чуваат согласно прописите за евиденција од областа на безбедност и здравје при работа.

#### Член 5

(1) При вршење на проценка на ризик, особено се внимава на:

а) нивото, областа на брановите должини и на времетраењето на изложеност на вештачки извори на оптичко зрачење;

б) граничните вредности на изложеност од член 3 од овој правилник;

в) влијанијата кои се однесуваат на безбедноста и здравјето на вработените кои припаѓаат на особено чувствителни ризични групи;

г) влијанијата врз безбедноста и здравјето на вработените кои се резултат на заемно дејствување на оптичкото зрачење и фотосензитивните хемиски супстанции на работното место;

д) директните влијанија, како што се времено ослепување, експлозија или пожар;

ѓ) постоењето опрема за замена дизајнирана за намалување на нивото на изложеност на вештачко оптичко зрачење;

е) соодветните информации добиени од следење на здравјето, вклучувајќи и објавени информации, колку што е можно повеќе;

ж) постоењето на повеќе извори на изложеност на вештачко оптичко зрачење;

з) класификацијата применета за ласери, како што е дефинирана во согласност со важечките стандарди донесени од Меѓународната електротехничка комисија (ИЕЦ) и, во однос на вештачките извори кои можат да предизвикаат оштетувања слични на оштетувањата од ласери од класа 3Б или 4, сличните класификации и

и) информациите добиени од производителите на извори на оптичко зрачење и придружна работна опрема во согласност со важечките прописи од областа на безбедност и здравје при работа.

#### Член 6

(1) Ако процената на ризикот од член 4 од овој правилник укажува на каква било можност граничните вредности на изложеност да бидат надминати, од страна на работодавачот се планира и спроведува план кој опфаќа технички и/или организациски мерки наменети за спречување на изложеност на прекумерни гранични вредности, земајќи ги предвид особено:

- а) другите работни методи кои го намалуваат ризикот од оптичко зрачење;
- б) изборот на опрема која емитува помало оптичко зрачење, земајќи ја предвид работата што треба да се изврши;
- в) техничките мерки за намалување на емисијата на оптичкото зрачење вклучувајќи, каде што е потребно, употреба на механички блокади, заштитни прегради или слични механизми за заштита на здравјето;
- г.) соодветните програми за одржување на системите на работна опрема, работните места и работните средини;
- д) планот и шемата на работните места и на работните средини;
- ѓ) ограничувањата на времетраењето и на нивото на изложеност;
- е) достапноста на соодветна лична заштитна опрема и
- ж) упатствата на производителот на опрема кога таа е опфатена со важечките прописи од областа на безбедност и здравје при работа.

(2) Врз основа на извршената процената на ризик, работните места каде што вработените можат да бидат изложени на оптичко зрачење од вештачки извори на нивоа кои ги надминуваат граничните вредности на изложеност, се означуваат со соодветни знаци во согласност со прописите за знаци од областа на безбедност и здравје при работа. Пристапот во означените области треба да се ограничи кога тоа технички е возможно и кога постои ризик граничните вредности на изложеност да бидат надминати.

(3) Вработените не треба да се изложени на вештачко оптичко зрачење кое ги надминува граничните вредности на изложеност. Во спротивно, од страна на работодавачот се преземаат итни мерки за намалување на изложеноста под граничните вредности, идентификувајќи ги причините за надминување на граничната вредност и соодветно приспособувајќи ги заштитните и превентивните мерки за спречување на повторно надминување на граничната вредност на изложување.

#### Член 7

Од страна на работодавачот се обезбедуваат неопходните информации и обука на вработените кои се изложени на ризици од вештачко оптичко зрачење при работа или нивните претставници, а кои се однесуваат на резултатите од процената на ризикот од член 4 од овој правилник, и тоа:

- а) мерките преземени за спроведување на овој правилник;
- б) граничните вредности на изложеност и потенцијални ризици;
- в) резултатите од проценката на ризик, мерењата и/или пресметките на нивото на изложеност на вештачко оптичко зрачење извршени согласно член 4 од овој правилник, заедно со објаснување за нивната важност и потенцијалните ризици;
- г) начинот на откривање на негативните влијанија врз здравјето и како да се пријават;
- д) околностите во кои вработените имаат право на следење на здравствената состојба;
- ѓ) безбедните работни практики за минимизирање на ризикот од изложеност и
- е) правилното користење на соодветна лична заштитна опрема.

#### Член 8

Овој правилник влегува во сила осмиот ден од денот на објавувањето во „Службен весник на Република Македонија“.

Бр. 07-6573/1  
15 октомври 2012 година  
Скопје

Министер,  
**Спиро Ристовски, с.р.**

### Некохерентно оптичко зрачење

Биофизички важните вредности на изложеност на оптичко зрачење може да се утврдат со долу дадените формули. Формулите што треба да се користат зависат од интервалот на бранови должини (или фреквенции) на зрачењето емитирано од страна на изворот и резултатите треба да се споредуваат со соодветните гранични вредности за изложеност наведени во Табела 1.1. За даден извор на оптичко зрачење може да бидат релевантни повеќе од една вредност на изложеност и соодветна граница за изложеност.

Нумерирањето од (а) до (л) се однесува на соодветните редови во Табела 1.1.

- |                  |                                                                                                                                                     |                                                                         |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| (а)              | $H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$ | ( $H_{\text{eff}}$ е релевантно само во подрачје од 180 nm до 400 nm)   |
| (б)              | $H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$                  | ( $H_{\text{UVA}}$ е релевантно само во подрачје од 315 nm до 400 nm)   |
| (в), (г)         | $L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$                        | ( $L_{\text{B}}$ е релевантно само во подрачје од 300 nm до 700 nm)     |
| (д), (ѓ)         | $E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$                        | ( $E_{\text{B}}$ е релевантно само во подрачје од 300 nm до 700 nm)     |
| од (е)<br>до (ј) | $L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$                                                  | (За соодветните вредности на $\lambda_1$ и $\lambda_2$ види Табела 1.1) |
| (к), (л)         |                                                                                                                                                     | ( $E_{\text{IR}}$ е релевантно само во подрачје од 780 nm до 3000 nm)   |

$$E_{IR} = \int_{\lambda=780nm}^{\lambda=3000nm} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$

(Љ) 
$$H_{skin} = \int_0^t \int_{\lambda=380nm}^{\lambda=3000nm} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

( $H_{skin}$  е релевантно само во подрачје од 380 nm до 3000 nm)

Горенаведените формули може да се заменат со следниве изрази и со користење дискретни вредности, како што се утврдени во следниве табели:

(а) 
$$E_{eff} = \sum_{\lambda=180nm}^{\lambda=400nm} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 и  $E_{eff} = E_{eff} \cdot \Delta t$

(б) 
$$E_{UVA} = \sum_{\lambda=315nm}^{\lambda=400nm} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 и  $H_{UVA} = E_{UVA} \cdot \Delta t$

(в), (г) 
$$L_B = \sum_{\lambda=300nm}^{\lambda=700nm} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

(д), (ѓ) 
$$E_B = \sum_{\lambda=300nm}^{\lambda=700nm} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

од (е) до (ј) 
$$L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot L(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 (За соодветните вредности на  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  види Табела 1.1)

(к), (л) 
$$E_{IR} = \sum_{\lambda=780nm}^{\lambda=3000nm} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

(љ) 
$$E_{skin} = \sum_{\lambda=380nm}^{\lambda=3000nm} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 и  $H_{skin} = E_{skin} \cdot \Delta t$

Забелешки:

$E_{\lambda}(\lambda, t), E_{\lambda}$  *спектрална осветленост (ирадијација) или спектрална густина на моќност-моќност на зрачење (со определен фреквентен интервал) што паѓа на површина со единечна плоштина, изразена во ват на квадратен метар на*

	нанометар [ $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$ ]; вредностите на $E_{\lambda}(\lambda, t)$ и $E_{\lambda}$ се добиваат од мерења или можат да бидат дадени од производителот на опремата;
$E_{eff}$	<i>ефективна осветленост (ирадијација) (UV подрачје)</i> : пресметана осветленост во UV-подрачје на бранови должини од 180 nm до 400 nm, модифицирана со спектралниот тежински фактор $S(\lambda)$ , и изразена во ват на квадратен метар [ $W \cdot m^{-2}$ ];
$H$	<i>изложеност на зрачење</i> : временски интеграл на осветленост (ирадијација), се изразува во џул на квадратен метар ( $J \cdot m^{-2}$ );
$H_{eff}$	<i>ефективна изложеност на зрачење</i> : изложеност на зрачење модифицирана со спектралниот тежински фактор $S(\lambda)$ , и изразена во џул на квадратен метар [ $J \cdot m^{-2}$ ];
$E_{UVA}$	<i>вкупна осветленост (UVA)</i> : пресметана осветленост во UVA-подрачје на бранови должини од 315 nm до 400 nm, изразена во ват на квадратен метар [ $W \cdot m^{-2}$ ];
$H_{UVA}$	<i>изложеност на зрачење</i> : временски и спектрален интеграл или сумарна осветленост со зрачење од UVA-подрачје на бранови должини од 315 nm до 400 nm, изразена во џул на квадратен метар [ $J \cdot m^{-2}$ ];
$S(\lambda)$	<i>Спектрален тежински фактор</i> кој ја зема предвид зависноста на здравствените ефекти на очите и кожата поради UV зрачењето, од брановата должина (Табела 1.2) [без димензии];
$t, \Delta t$	<i>Време, времетраење на изложеност</i> , изразено во секунди [s];
$\lambda$	<i>бранова должина</i> , изразена во нанометри [nm];
$\Delta \lambda$	<i>Спектрален интервал или подрачје на бранови должини</i> кои се пресметуваат или мерат; се изразува во нанометри [nm];
$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$	<i>спектрално зрачење на изворот</i> изразено во ват на квадратен метар настерадијан на нанометар [ $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$ ];
$R(\lambda)$	<i>Спектрален тежински фактор</i> кој ја зема предвид зависноста на термичката повреда на очите предизвикана од видливо и ИРА зрачење, од брановата должина (Табела 1.3) [без димензии];
$L_R$	<i>ефективно зрачење (термичка повреда)</i> : пресметано зрачење модифицирано со спектралниот тежински фактор $R(\lambda)$ , изразено во ват на квадратен метар настерадијан [ $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ ];
$B(\lambda)$	<i>Спектрален тежински фактор</i> кој ја зема предвид зависноста на фотохемиските повреди на очите предизвикани со зрачење од сина светлина, од брановата должина на светлината (Табела 1.3) [без димензии];
$L_B$	<i>ефективно зрачење (сина светлина)</i> : пресметано зрачење модифицирано со спектралниот тежински фактор $B(\lambda)$ , изразено во ват на квадратен метар настерадијан [ $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ ];

	$^2 \cdot \text{sr}^{-1}$ ];
$E_B$	ефективна осветленост (сина светлина): пресметана осветленост модифицирана со тежинскиот спектрален фактор $B(\lambda)$ , и изразена во ват на квадратен метар [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ];;
$E_{IR}$	<i>вкупна осветленост (термална повреда)</i> : пресметана осветленост во подрачје на инфрацрвени бранови должини од 780 nm до 3000 nm, изразена во ват на квадратен метар [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ];
$E_{\text{skin}}$	Вкупна осветленост (видлива светлина, IRA и IRB): пресметана осветленост во подрачје на видлива и инфрацрвена област со бранови должини од 380 nm до 3000 nm, изразена во ват на квадратен метар [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ];
$H_{\text{skin}}$	<i>изложеност на зрачење</i> : временски и спектрален интеграл или сумарна осветленост со видлива и инфрацрвена светлина со бранови должини од 380 nm до 3000 nm, изразена во џул на квадратен метар ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ );
$\alpha$	<i>Апертурен или ограничувачки агол наспроти изворот</i> -аголот зафатен, ограничен со димензиите на привиден извор и со теме во точка од просторот од каде се гледа изворот; се изразува во милирадијани (mrad). Привиден извор е реален или виртуелен објект кој формира најмала можна слика на ретината (мрежницата).

Овој параметар се употребува во заштита од оптичко зрачење за да го карактеризира најлошиот случај, т.е. најмалата можна големина на ликот што се формира на мрежницата, за даден извор и дадена положба на окото во однос на изворот.

Табела 1.1

**Гранични вредности на изложеност за некохерентно оптичко зрачење**

Индекс	Бранова должина (nm)	Гранична вредност на изложеност	Единици	Коментар	Дел од телото	Опасност
a.	180-400 (UVA, UVB и UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Дневна вредност 8 часа	[ $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ ]		Рожница конјуктива леќа кожа	фотокератитис конјуктивитис катарактогенеза еритема

						еластоза карцином на кожа
б.	315-400 (UVA)	$H_{eff} = 10^4$ Дневна вредност 8 часа	$[J \cdot m^{-2}]$		очна леќа	катарактогене за
в.	300-700 (Сина светлина) види забелешка 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ за $t \leq 10000$ s	$L_B: [W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$ t: [секунди]	за $\alpha \geq 11$ mrad	очна мрежница	фоторетинит ис
г.	300-700 (Сина светлина) види забелешка 1	$L_B = 100$ за $t > 10000$ s	$[W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$			
д.	300-700 (Сина светлина) види забелешка 1	$E_B = \frac{100}{t}$ за $t \leq 10000$ s	$E_B: [W \cdot m^{-2}]$ t: [секунди]	за $\alpha < 11$ mrad види забелешка 2		
ф.	300-700 (Сина светлина) види забелешка 1	$E_B = 0,01$ T > 10 000 s	$[W \cdot m^{-2}]$			
е.	380-1400 (Видлива и IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ за $t > 10$ s	$[W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$	$C_\alpha = 1,7$ за $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_\alpha = \alpha$ за $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ за $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 =$ 1400	очна мрежница	изгореници на мрежницата
ж.	380-1400 (Видлива и IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ за $10 \mu s \leq t$ $\leq 10$ s	$L_R: [W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$ t: [секунди]			
з.	380-1400 (Видлива и IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ за $t < 10 \mu s$	$[W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$			
с.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ за $t > 10$ s	$[W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ за $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ за $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ за $\alpha > 100$ mrad	очна мрежница	изгореници на мрежница
и.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ за $10 \mu s \leq t$ $\leq 10$ s	$L_R: [W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$ t: [секунди]			



ј.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ за $t < 10 \mu s$	$[W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$	(мерење на видно поле: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1400$		
к.	780-3000 (IRA and IRB)	$E_{IR} = 18000 t^{0,75}$ за $t \leq 1000 s$	$E: [W \cdot m^{-2}]$ $t: [секунди]$		леќа на рожница	изгореница на рожницаката рактогенеза
л.	780-3000 (IRA и IRB)	$E_{IR} = 100$ за $t > 1000 s$	$[W \cdot m^{-2}]$			
љ.	380-3000 (Видлива, IRA и IRB)	$H_{skin} = 20000 t^{0,25}$ за $t < 10 s$	$H: [J \cdot m^{-2}]$ $t: [секунди]$		кожа	изгореници

Забелешка 1: Интервалот на бранови должини од 300 nm до 700 nm опфаќа делови од UVB, сите UVA зрачења и најголемиот дел од видливата светлина; меѓутоа, опасноста што се поврзува со овие бранови должини обично се нарекува опасност од „сина светлина“. Сината светлина го опфаќа само подрачјето на бранови должини приближно од 400 nm до 490 nm.

Забелешка 2: За сигурно поставување на многу мали извори со **аголна апертура**  $< 11 \text{ mrad}$ ,  $L_B$  може да се конвертира во  $E_B$ . Ова обично се применува само за офталмолошки инструменти или за стабилизирано око за време на анестезија. Максималното „време на фокусиран (вкочанет) поглед“ се добива со:  $t_{max} = 100/E_B$  каде  $E_B$  е изразено во  $W \cdot m^{-2}$ . Поради движење на окото за време на вообичаените визуални задачи, времето не надминува 100 s.

Табела 1.2

**S (λ) [без димензии], од 180 nm до 400 nm**

λ во nm	S (λ)	λ во nm	S (λ)	λ во nm	S (λ)	λ во nm	S (λ)	λ во nm	S (λ)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064

189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

Табела 1.3

**B (λ), R (λ) [без димензии], од 380 nm до 1400 nm**

λ во nm	B (λ)	R (λ)
300 ≤ λ < 380	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9

460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\ 050 < \lambda \leq 1150$	—	0,2
$1150 < \lambda \leq 1200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\ 150 - \lambda)}$
$1\ 200 < \lambda \leq 1\ 400$	—	0,02

### Ласерско оптичко зрачење

Биофизички важните вредности на изложеност на оптичко зрачење може да се утврдат со долу дадените формули. Формулите што треба да се користат зависат од брановата должина и од времетраењето на зрачење емитувано од страна на изворот и резултатите треба да се споредуваат со соодветните гранични вредности за изложеност наведени во табелите од 2.2 до 2.4. За даден извор на ласерско оптичко зрачење може да бидат релевантни повеќе од една вредност на изложеност и соодветна граница за изложеност.

Коефициентите што се користат како инструменти за пресметување во табелите од 2.2 до 2.4 се наведени во Табела 2.5, додека корекциите при повторено изложување се наведени во Табела 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \text{ [Jm}^{-2}\text{]}$$

Забелешки:

$dP$	<i>моќност</i> изразена во вати [W];
$dA$	<i>плоштина на површина</i> изразена во квадратни метри [m <sup>2</sup> ];
$E(t), E$	<i>осветленост (ирадијација) или густина на моќност</i> : моќност на зрачење што паѓа на површина со единечна плоштина. Се мери во ват на квадратен метар [W · m <sup>-2</sup> ]; вредностите $E(t), E$ се добиваат од мерења или можат да бидат дадени од производителот на опрема;
$H$	<i>изложеност на зрачење</i> : временски интеграл на осветленост (ирадијација); се изразува во џули на квадратен метар [J · m <sup>-2</sup> ];
$t$	времетраење на изложеност, изразено во секунди [s];
$\lambda$	<i>бранова должина</i> , изразена во нанометри

$\gamma$	[nm]; ограничувачки конусен агол на измерено видно поле; се изразува во милирадијани [mrad];
$\gamma_m$	Измерено видно поле, изразен во милирадијани [mrad];
$\alpha$	Апертурен или ограничувачки агол наспроти извор; се изразува во милирадијани [mrad]; ограничувачки отвор: кружна површина по која се усреднуваат осветленоста и изложеноста на изворот на зрачење
G	Интегрирано зрачење (сјајност, луминација): интеграл на зрачење во определено време на експозиција (изложеност), претставено како енергија што се емитира од единечна плоштина на емитирачката површина и во единечен просторен агол. Се мери во џул на квадратен метар настерадијан [ $J \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ ].

Табела 2.1

### Опасности од зрачење

Бранова должина [nm] $\lambda$	Спектрално (фрегентно) подрачје на зрачење	Орган што е под влијание	Опасност	Табела со гранична вредност на изложеност
180 до 400	UV	Очи	фотохемиско оштетување и термичко оштетување	2.2, 2.3
180 до 400	UV	Кожа	еритема	2.4
400 до 700	Видлива	Очи	оштетување на мрежницата	2.2
400 до 600	Видлива	Очи	фотохемиско оштетување	2.3
400 до 700	Видлива	Кожа	термичко оштетување	2.4
700 до 1400	IRA	Очи	термичко оштетување	2.2, 2.3
700 до 1400	IRA	Кожа	термичко оштетување	2.4
1400 до 2600	IRB	Очи	термичко оштетување	2.2
2600 до $10^6$	IRC	Очи	термичко оштетување	2.2
1400 до $10^6$	IRB, IRC	Очи	термичко оштетување	2.3
1400 до 106	IRB, IRC	Кожа	термичко оштетување	2.4

Табела 2.2

**Гранични вредности за изложеност на очите на ласерско зрачење —  
кратко време на изложеност < 10 s**

Бранова должина * [nm]		Отвор	Времетраење [s]							
			$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	
UVC	180 - 280	1 mm за t < 0,3 s; 1,5 · t <sup>0,375</sup> за 0,3 < t < 10 s	$E = 3 \cdot 10^{10} [W m^{-2}]$  Види забелешка <sup>В</sup>	H = 30 [J · m <sup>-2</sup> ]						
UVB	280 - 302			H = 40 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 2,6 · 10 <sup>-9</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	303			H = 60 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 1,3 · 10 <sup>-8</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	304			H = 100 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 1,0 · 10 <sup>-7</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	305			H = 160 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 6,7 · 10 <sup>-7</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	306			H = 250 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 4,0 · 10 <sup>-6</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	307			H = 400 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 2,6 · 10 <sup>-5</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	308			H = 630 [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 1,6 · 10 <sup>-4</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	309			H = 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 1,0 · 10 <sup>-3</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	310			H = 1,6 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 6,7 · 10 <sup>-3</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	311			H = 2,5 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 4,0 · 10 <sup>-2</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
	312			H = 4,0 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 2,6 · 10 <sup>-1</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>						
				313	H = 4,0 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]: ако t < 2,6 · 10 <sup>-1</sup> тогаш H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] Види забелешка <sup>Г</sup>					

	314				$H = 6,3 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$ ; ако $t < 1,6 \cdot 10^0$ тогаш $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J \cdot m^{-2}]$ Види забелешка <sup>Г</sup>	
UVA	315 – 400				$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J \cdot m^{-2}]$	
Видливо зрачење и IRA	400 – 700	7 mm	$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 t^{0,75} C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 18 t^{0,75} C_E [J \cdot m^{-2}]$
	700 – 1050		$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 t^{0,75} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 18 \cdot t^{0,75} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$
	1050 – 1400		$H = 1,5 \cdot 10^{-3} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^5 t^{0,75} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 90 \cdot t^{0,75} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$
IRB и IRC	1400 – 1500	Види забелешка <sup>б</sup>	$E = 10^{12} [W \cdot m^{-2}]$ Види забелешка <sup>в</sup>		$H = 10^{-3} [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J \cdot m^{-2}]$
	1500 – 1800		$E = 10^{13} [W \cdot m^{-2}]$ Види забелешка <sup>в</sup>		$H = 10^4 [J \cdot m^{-2}]$	
	1800 – 2600		$E = 10^{12} [W \cdot m^{-2}]$ Види забелешка <sup>в</sup>		$H = 10^3 [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J \cdot m^{-2}]$
	2600 – $10^6$		$E = 10^{11} [W \cdot m^{-2}]$ Види забелешка <sup>в</sup>	$H = 100 [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J \cdot m^{-2}]$	

а Ако брановата должина на ласерот е опфатена со две гранични вредности, се применува порестриктивната.

б Кога  $1400 \leq \lambda < 10^5$  nm: дијаметарот на отворот = 1 mm за  $t \leq 0,3$  s и  $1,5 t^{0,375}$  mm за  $0,3$  s <  $t < 10$ s; кога  $10^5 \leq \lambda < 10^6$  nm: дијаметарот на отворот = 11 mm.

в Поради недостиг на податоци на овие должини на импулси, ИЦНИРП препорачува да се користи граница на осветленост (ирадијација) од 1ns.

г Во табелата се дадени вредности за единечни ласерски импулси. Во случај на повеќекратни ласерски импулси, времетраењето на импулсите на ласерот што спаѓаат во интервал  $T_{min}$  (даден во Табела 2.6) мора да се собере и вредноста на времето што се добива мора да се внесе за  $t$  во формулата  $5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ .

Табела 2.3

**Гранични вредности за изложеност на очите на ласерско зрачење кратко време на изложеност < 10 s**

Бранова должина * [nm]	Отвор	Времетраење [s]		
		$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$

UVC	180 - 280	3,5 mm	H = 30 [J · m <sup>-2</sup> ]		
UVB	280 - 302		H = 40 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	303		H = 60 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	304		H = 100 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	305		H = 160 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	306		H = 250 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	307		H = 400 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	308		H = 630 [J · m <sup>-2</sup> ]		
	309		H = 1,0 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]		
	310		H = 1,6 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]		
	311		H = 2,5 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]		
	312		H = 4,0 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]		
	313		H = 6,3 · 10 <sup>3</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]		
	314		H = 10 <sup>4</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]		
	UVA		315 – 400	H = 10 <sup>4</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]	
Видливо зрачење 400 – 700	400 – 600 Фототермичко <sup>б</sup> оштетување на мрежница	7 mm	H = 100 C <sub>B</sub> [J · m <sup>-2</sup> ](γ = 11 mrad) <sup>г</sup>	E = 1 C <sub>B</sub> [W · m <sup>-2</sup> ]; (γ = 1,1 t <sup>0,5</sup> mrad) <sup>г</sup>	E = 1 C <sub>B</sub> [W · m <sup>-2</sup> ](γ = 110 mrad) <sup>д</sup>
	400 – 700 Термичко <sup>б</sup> оштетување на мрежница		ако α < 1,5 mrad тогаш E = 10 [W m <sup>-2</sup> ] ако α > 1,5 mrad и t ≤ T <sub>2</sub> тогаш H = 18 C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J · m <sup>-2</sup> ] ако α > 1,5 mrad и t > T <sub>2</sub> тогаш E = 18 C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>-0,25</sup> [W · m <sup>-2</sup> ]		
IRA	700 – 1400	7 mm	ако α < 1,5 mrad тогаш E = 10 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> [W · m <sup>-2</sup> ]  ако α > 1,5 mrad и t ≤ T <sub>2</sub> тогаш H = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J · m <sup>-2</sup> ]  ако α > 1,5 mrad и t > T <sub>2</sub> тогаш E = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>-0,25</sup> [W · m <sup>-2</sup> ] (не смее да надмине 1000 W · m <sup>-2</sup> )		
IRB и IRC	1400 - 10 <sup>6</sup>	Види <sup>в</sup>	E = 1000 [W · m <sup>-2</sup> ]		

а Ако брановата должина или друга состојба на ласерот е опфатена со две гранични вредности, се применува порестриктивната.

б За мали извори со апертурен агол помал или еднаков на 1,5 mrad, двојните граници на видливо зрачење E од 400 nm до 600 nm се сведуваат на термички гранични вредности за 10 s ≤ t < T<sub>1</sub> и на фотохемиски гранични вредности за подолго време. За T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub> види Табела 2.5. Граничните вредности за фотохемиска опасност за мрежница можат да се изразат и како временски интегрирано зрачење G = 10<sup>6</sup> C<sub>B</sub> [J · m<sup>-2</sup> · sr<sup>-1</sup>] за t > 10s до t = 10000 s и L = 100 C<sub>B</sub> [W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>] за t > 10000 s. За мерење на G и L, γт треба да се употреби како усреднето видно поле.

Тогаш официјалната граница меѓу видливо и инфрацрвено зрачење е 780 nm, како што е дефинирано од страна на ЦИЕ. Колоната со имиња на подрачја на бранови должини е наменета исклучиво да му овозможи подобар преглед на корисникот. (Обележувањето G го користи ЦЕН: обележувањето L<sub>t</sub> го користи ЦИЕ: обележувањето L<sub>p</sub> го користат ИЕЦ и ЦЕНЕЛЕЦ.)

в За бранови должини во интервалот 1400 nm – 10<sup>5</sup> nm: дијаметарот на отворот = 3,5 mm. за бранови должини во интервалот 10<sup>5</sup> nm – 10<sup>6</sup> nm: дијаметарот на отворот = 11 mm.



г За мерење на вредноста на изложеност  $\gamma$  се дефинира како што следува: ако  $\alpha$  (аголна позицијата на спротивен агол на извор)  $> \gamma$  ограничувачки конусен агол, наведен во загради во соодветната колона) тогаш на видното поле  $\gamma$  треба да му се даде вредност на  $\gamma$ . (Ако се користи поголемо видно поле, тогаш опасноста би била преценета).

Ако  $\alpha < \gamma$  тогаш видното поле  $\gamma$  мора да биде доволно големо за целосно да го опфати изворот, инаку во спротивно нема да биде ограничено и може да биде поголемо од  $\gamma$ .

Табела 2.4

**Гранични вредности на изложеност на кожа на ласерско зрачење**

Бранова должина * [nm]		Отвор	Времетраење [s]				
			$<10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	$10^1 - 10^3$
UV (A, B, C)	180-400	3.5 mm	$E = 3 \cdot 10^{10} [W \cdot m^{-2}]$	Исти како граничните вредности за изложеност на очите			
Видливо зрачење и IRA	400-700	3.5 mm	$E = 2 \cdot 10^{11} [W \cdot m^{-2}]$	$H = 200C_A$	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_{At}^{0,25} [J \cdot m^{-2}]$	$E = 2 \cdot 10^3 C_A [W \cdot m^{-2}]$	
	700-1400		$E = 2 \cdot 10^{11} C_A [W \cdot m^{-2}]$	$[J \cdot m^{-2}]$			
IRB и IRC	1400-1500	3.5 mm	$E = 10^{12} [W \cdot m^{-2}]$	Исти како граничните вредности за изложеност на очите			
	1500-1800		$E = 10^{13} [W \cdot m^{-2}]$				
	1800-2600		$E = 10^{12} [W \cdot m^{-2}]$				
	2600- $10^6$		$E = 10^{11} [W \cdot m^{-2}]$				

а Ако брановата должина или друга состојба на ласерот е опфатена со две гранични вредности, се применува порестриктивната.

Табела 2.5

**Применети фактори на корекција и други параметри за пресметување**

Параметри како што се наведени во ИЦНИРП	Важечки спектрален интервал (nm)	Вредност
$C_A$	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700 — 1 050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1 050 — 1 400	$C_A = 5,0$
$C_B$	400 — 450	$C_B = 1,0$
	450 — 700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
$C_C$	700 — 1 150	$C_C = 1,0$
	1 150 — 1 200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1150)}$
	1 200 — 1 400	$C_C = 8,0$
$T_1$	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450 — 500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Параметри како што се наведени во ИЦНИРП	Вредност за биолошки влијанија	Вредност
$\alpha_{\min}$	сите термички влијанија	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Параметри како што се наведени во ИЦНИРП	Важечки аголен опсег (mrad)	Вредност
$C_E$	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ with $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
$T_2$	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$
Параметри како што се наведени во ИЦНИРП	Важечко времетраење на изложеност (s)	Вредност
$\gamma$	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ [mrad]}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ [mrad]}$

Табела 2.6

**Корекција при повторено изложување**

При секое повторено изложување што се јавува од ласерските системи на импулси или ласерските системи за скенирање, треба да се примени секое од следниве три општи правила:

1. Изложеноста на единечен импулс во серија импулси не ја надминува граничната вредност на изложеност на еден импулс во времетраење на тој импулс.
2. Изложеноста на која било група импулси (или потгрупа импулси во серија) испорачана во времето  $t$  не ја надминува граничната вредност на изложеност за време  $t$ .

3. Изложеноста на еден импулс во серија импулси не ја надминува граничната вредност на изложеност на еден импулс помножена со кумулативниот термички фактор на корекција  $C_p = N^{-0,25}$ , каде  $N$  е бројот на импулси. Ова правило се применува само за граничните вредности на изложеност заради заштита од термички повреди, кога сите импулси испорачани за помалку од  $T_{\min}$  се третираат како еден импулс.

Параметар	Важечко спектрално подрачје (nm)	Вредност
$T_{\min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 18 \mu\text{s})$
	$1050 < \lambda \leq 1400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 50 \mu\text{s})$
	$1400 < \lambda \leq 1500$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1500 < \lambda \leq 1800$	$T_{\min} = 10 \text{ s}$
	$1800 < \lambda \leq 2600$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$