



GUVERNUL REPUBLICII MOLDOVA

HOTĂRÂRE nr. _____

din _____ 2024

Chișinău

cu privire la aprobarea Regulamentului privind cerințele minime de securitate și sănătate a lucrătorilor expuși la riscurile generate de acțiunea radiațiilor optice artificiale

În vederea executării prevederilor art. 6 și art. 10 din Legea nr. 10/2009 privind supravegherea de stat a sănătății publice, (Monitorul Oficial al Republicii Moldova nr. 67 art. 183) cu completările și modificările ulterioare, art. 6 din Legea nr.186/2008 securității și sănătății în muncă (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2008, nr.143-144, art. 587),

Guvernul HOTĂRĂȘTE:

1. Se aprobă Regulamentul privind cerințele minime de securitate și sănătate a lucrătorilor expuși la riscurile generate de acțiunea radiațiilor optice artificiale (conform Anexei).
2. Prezentul Regulament se aplică persoanelor fizice și juridice, indiferent de tipul de proprietate.
3. Prezenta hotărâre intră în vigoare la 01.01.2026.
4. Controlul asupra executării prezentei hotărâri se pune în sarcina Ministerului Sănătății și Ministerului Muncii și Protecției Sociale.

Prim - ministru

DORIN RECEAN

Contrasemnează:

Ministrul Sănătății

Ala NEMERENCO

Ministrul Muncii și Protecției Sociale

Alexei BUZU

REGULAMENT
privind cerințele minime de securitate și sănătate
a lucrătorilor expuși la riscurile generate de acțiunea
radiațiilor optice artificiale

Regulamentul privind cerințele minime de securitate și sănătate a lucrătorilor expuși la riscurile generate de acțiunea radiațiilor optice artificiale (în continuare - Regulament) transpune Directiva 2006/25/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 5 aprilie 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de agenți fizici (radiații optice artificiale) [a nouăsprezecea directivă specială în sensul art.16 alin.(1) din Directiva 89/391/CEE], publicată în jurnalul oficial al Uniunii Europene seria L 114 din 27 aprilie 2006, ultima modificare prin Regulamentul (UE) 2019/1243 al Parlamentului European și al Consiliului din 20 iunie 2019.

I. Dispoziții generale

1. Regulamentul stabilește cerințe minime privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor pentru sănătatea și securitatea lor care pot fi generate de expunerea la radiații optice artificiale la locul de muncă.
2. Prevederile legislației naționale în domeniul securității și sănătății în muncă se aplică domeniilor de activitate cu radiații optice artificiale.
3. În sensul prezentului Regulament se aplică definițiile prevăzute în Codului muncii al Republicii Moldova nr. 154/2003, Legii ocrotirii sănătății nr. 411/1995, Legii securității și sănătății în muncă nr. 186/2008, Legii privind supravegherea de stat a sănătății publice nr.10/2009, precum și următoarele noțiuni, care se definesc după cum urmează:
 - 1) *radiații optice* - toate radiațiile electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 100 nm și 1 mm. Spectrul radiațiilor optice este divizat în radiații ultraviolete, radiații vizibile și radiații infraroșii: *i) radiații ultraviolete* - radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 100 nm și 400 nm. Spectrul ultraviolet este divizat în radiații UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) și UVC (100-280 nm); *ii) radiații vizibile* - radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 380 nm și 780 nm; *iii) radiații infraroșii* - radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 780 nm și 1 mm. Spectrul infraroșu este divizat în radiații IRA (780- 1400 nm), IRB (1400-3 000 nm) și IRC (3 000 nm-1 mm);

- 2) *laser* - (amplificarea luminii printr-o emisie stimulată de radiații) - orice dispozitiv care poate să producă sau să amplifice radiații electromagnetice cu lungimea de undă corespunzătoare radiațiilor optice, în special prin procedeul de emisie stimulată controlată;
 - 3) *radiații laser*- radiațiile optice care provin de la dispozitiv laser;
 - 4) *radiații incoerente*- toate radiațiile optice, altele decât radiațiile laser;
 - 5) *valori-limită de expunere*- limitele de expunere la radiațiile optice care sunt bazate direct pe efecte dovedite asupra sănătății și pe considerații biologice;
 - 6) *iluminare energetică (E) sau densitate de putere*- puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață pe o suprafață exprimată în wați pe metru pătrat (W / m^2);
 - 7) *expunere energetică (H)*- totalitatea iluminării energetice în raport cu timpul, exprimată în jouli pe metru pătrat (J/ m^2);
 - 8) *luminanță energetică (L)*- fluxul energetic sau puterea pe unitate de unghi solid și pe unitate de suprafață, exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian ($W /m^2 sr^1$);
 - 9) *nivel* - combinația de iluminare energetică, expunere energetică și luminanță energetică la care este expus lucrătorul.
4. Valorile-limită de expunere pentru radiațiile incoerente, altele decât cele emise de surse naturale de radiații optice, sunt stabilite în Anexa nr. 1.
 5. Valorile-limită de expunere pentru radiațiile laser sunt stabilite în Anexa nr. 2.
 6. Supravegherea sănătății lucrătorilor expuși acțiunii radiațiilor optice artificiale, se va efectua în conformitate cu prevederile legislative în domeniu.
 7. Pentru nerespectarea prevederilor Regulamentului, angajatorii și lucrătorii, poartă răspundere disciplinară, administrativă și penală, conform legislației.

II. Responsabilitățile angajatorului

Secțiunea a 1-a

Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor

8. Angajatorul este obligat să identifice, evalueze, măsoare și/sau calculeze nivelurile de expunere la radiații optice, la care pot fi expuși lucrătorii la locul de muncă, ulterior cu punerea în aplicare a măsurilor necesare pentru a limita expunerea la limitele aplicabile.
9. Metodologia utilizată pentru evaluarea, măsurarea și/sau calcularea nivelurilor de radiații optice se efectuează după cum urmează:
 - a. *pentru radiațiile incoerente în conformitate cu:*
 - i. SM SR EN 14255-1: 2011 Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiația optică necoerentă – Partea 1: Radiația ultravioletă emisă de surse artificiale la locul de muncă;
 - ii. SM EN 14255-2: 2013 Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiația optică necoerentă – Partea 2: Radiația vizibilă și infraroșie emisă de surse

- echipamentelor de lucru racordate prevederilor actelor normative în domeniu.
15. Evaluarea riscurilor profesionale se vor efectua în conformitate cu prevederile Hotărârii de Guvern nr.95/2009, pentru aprobarea unor acte normative privind implementarea Legii nr. 186/2008 securității și sănătății în muncă , cu completarea fișei de evaluare a riscului profesional.
 16. Angajatorul trebuie să dețină fișa de evaluare a riscului profesional și să identifice un plan de măsuri tehnice și/sau organizatorice menite să prevină expunerea la acțiunea radiațiilor optice.
 17. Planul de măsuri tehnice și/sau organizatorice menite să prevină expunerea la acțiunea radiațiilor optice menționat la punctul 16 va include:
 - a) alte metode de lucru care reduc riscul generat de radiațiile optice;
 - b) dispozitive de lucru care să emită mai puține radiații optice, luând în considerare munca efectuată;
 - c) măsuri tehnice de reducere a emisiilor de radiații optice, inclusiv, dacă este necesar, utilizarea unor dispozitive de blocare, ecranare sau mecanisme similare de protecție a sănătății;
 - d) programe de întreținere adecvată a echipamentelor de lucru, a locului de muncă și a sistemelor de stații de la locul de muncă;
 - e) proiectarea și amenajarea locurilor de muncă;
 - f) limitarea duratei și nivelului expunerii;
 - g) punerea la dispoziție a echipamentelor corespunzătoare de protecție individuală;
 - h) dispozitivele furnizate de producător trebuie să conțină instrucțiuni clare cu referire la utilizarea lor în funcție de cerințele actelor normative relevante.
 18. Evaluarea riscurilor profesionale se va efectua în conformitate cu Legea securității și sănătății în muncă, nr. 186/2008.
 19. Reevaluarea riscurilor profesionale se va efectua a necesitate, la modificarea proceselor tehnologice, și în cazul când rezultatele supravegherii sănătății justifică necesitatea acestora.

Secțiunea a 2-a

Cerințe privind evitarea sau reducerea expunerii la riscuri profesionale

20. Considerând progresul tehnic și disponibilitatea măsurilor de control a riscului care decurge din expunerea la radiații optice artificiale acesta din urmă trebuie eliminat sau redus la minimum.
21. Reducerea riscurilor profesionale legate de expunerea la radiații optice artificiale se bazează pe principiile de prevenire stabilite în legislația din domeniul securității și sănătății în muncă.
22. În rezultatul evaluării riscurilor profesionale, se semnalează locurile de muncă în care lucrătorii ar putea fi expuși la niveluri de radiații optice provenite de la surse artificiale care depășesc valorile-limită de expunere. Aceste locuri necesită a fi

delimitate, iar dacă este posibil din punct de vedere tehnic și dacă există riscul depășirii valorilor-limită de expunere cu limitarea accesului la acestea.

23. Expunerea lucrătorilor la radiații optice nu trebuie în nici un caz să depășească valorile-limită de expunere.
24. În cazul în care, în pofida măsurilor întreprinse de către angajator, expunerea depășește valorile-limită, angajatorul este obligat să asigure:
 - 1) reducerea expunerii la un nivel mai mic decât valorile-limită;
 - 2) identificarea cauzelor care au dus la depășirea valorilor -limită de expunere;
 - 3) adaptarea măsurilor de protecție și prevenire în scopul evitării unei eventuale depășiri a valorilor-limită de expunere.
25. Angajatorul este obligat să asigure măsurile necesare pentru lucrătorii din grupurile de risc deosebit de sensibil, în conformitate cu prevederile legislației în vigoare în domeniul securității și sănătății în muncă.

Secțiunea a 3-a **Informarea și formarea lucrătorilor**

26. În conformitate cu Legea securității și sănătății în muncă nr. 186/2008, angajatorul va asigura informarea și formarea lucrătorilor care sunt expuși riscului generat de radiații optice artificiale și/sau a reprezentanților acestora, privind rezultatele evaluării riscului prevăzute la Capitolul II, după cum urmează:
 - a) măsurile luate pentru punerea în aplicare a prezentului Regulament;
 - b) valorile-limită de expunere și riscurile potențiale asociate;
 - c) rezultatele evaluării, măsurării și/sau calculelor nivelurilor de expunere la radiațiile optice artificiale, efectuate în conformitate cu Capitolul II, însoțite de o explicație a semnificației acestora și a riscurilor potențiale;
 - d) modul de depistare și semnalare a efectelor negative ale expunerii asupra sănătății;
 - e) condițiile în care lucrătorii au dreptul la supravegherea sănătății;
 - f) practici profesionale sigure pentru a minimiza riscurile cauzate de expunere;
 - g) utilizarea adecvată a echipamentelor de protecție individuală.
27. Consultarea și participarea lucrătorilor și/sau a reprezentanților acestora se desfășoară în conformitate cu prevederile legislației în vigoare în domeniul securității și sănătății în muncă.

CAPITOLUL III

Obligațiunile părților implicate

28. Angajatorul este responsabil pentru identificarea, evaluarea, măsurarea și/sau calcularea nivelurilor de expunere la radiații optice, la care pot fi expuși lucrătorii la locul de muncă, precum și veridicitatea acestora.
29. Ministerul Sănătății prin intermediul Agenției Naționale pentru Sănătate Publică asigură la necesitate înaintarea propunerilor de ajustare a valorilor limită de expunere la radiații optice artificiale.
30. Ministerul Muncii și Protecției Sociale va monitoriza aplicarea cerințelor minime de securitate și sănătate a lucrătorilor expuși la riscurile generate de acțiunea radiațiilor optice artificiale

Radiații optice incoerente

Valorile de expunere la radiațiile optice incoerente care sunt relevante din punct de vedere biofizic se pot calcula prin formulele enumerate în continuare. Formulele care trebuie utilizate se aleg în funcție de spectrul de radiații emis de sursă, iar rezultatele trebuie comparate cu valorile-limită de expunere corespunzătoare care figurează în tabelul 1.1. Pentru o anumită sursă de radiații optice, poate să fie relevantă mai mult de o valoare de expunere, deci mai mult de o limită de expunere corespunzătoare.

Literele (a)-(o) trimit la rândurile corespunzătoare din tabelul 1.1.

(a)	$H_{ef} = \int_0^t \int_{\lambda=180\text{ nm}}^{\lambda=400\text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$	Formula H_{ef} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 180 și 400 nm
(b)	$H_{UVA} = \int_0^t \int_{\lambda=315\text{ nm}}^{\lambda=400\text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	Formula H_{UVA} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 315 și 400 nm
(c),(d)	$L_B = \int_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda=700\text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	Formula L_B se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 300 și 700 nm
(e),(f)	$E_B = \int_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda=700\text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	Formula E_B se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 300 și 700 nm
(g)-(l)	$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$	A se vedea tabelul 1.1 pentru valorile corespunzătoare ale lui λ_1 și λ_2
(m), (n)	$E_{IR} = \int_{\lambda=780\text{ nm}}^{\lambda=3\,000\text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$	Formula E_{IR} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 780 și 3 000 nm
(o)	$H_{piele} = \int_0^t \int_{\lambda=380\text{ nm}}^{\lambda=3\,000\text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	Formula H_{piele} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 380 și 3 000 nm

În sensul prezentului Regulament formulele menționate anterior se pot înlocui cu următoarele expresii și cu utilizarea valorilor discrete în conformitate cu tabelele de mai jos:

(a)	$E_f = \sum_{\lambda=400\text{ nm}}^{\lambda=180\text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	$H_{ef} = E_{ef} \cdot \Delta t$
(b)	$E_{UVA} = \sum_{\lambda=315\text{ nm}}^{\lambda=400\text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	$H_{UVA} = E_{UVA} \cdot \Delta t$
(c), (d)	$L_B = \sum_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda=700\text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	
(e), (f)	$E_B = \sum_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda=700\text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	
(g), (l)	$L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	A se vedea tabelul 1.1 pentru valorile corespunzătoare ale lui λ_1 și λ_2
(m), (n)	$E_{IR} = \sum_{\lambda=780\text{ nm}}^{\lambda=3\,000\text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta \lambda$	
(o)	$E_{piele} = \sum_{\lambda=380\text{ nm}}^{\lambda=3\,000\text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta \lambda$	$H_{piele} = E_{piele} \cdot \Delta t$

Note

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ}	<i>iluminare energetică spectrală sau densitate de putere spectrală</i>	puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață, exprimată în wați pe metru pătrat pe nanometru [$W / m^2 \cdot nm^{-1}$]; valorile $E_{\lambda}(\lambda, t)$ și E_{λ} fie provin din măsurări, fie sunt comunicate de producătorul echipamentului
E_{ef}	<i>iluminare energetică eficientă (gama UV)</i>	iluminare energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă UV cuprinsă între 180 și 400 nm, ponderată în funcție de lungimea de undă cu $S(\lambda)$ și exprimată în wați pe metru pătrat [W / m^2]
H	<i>expunere energetică</i>	integrala iluminării energetice în

		raport cu timpul, exprimat în jouli pe metru pătrat [J/m^2]
H_{ef}	<i>expunere energetică eficăce</i>	expunerea energetică ponderată în funcție de lungimea de undă cu $S(\lambda)$, exprimată în jouli pe metru pătrat [J/m^2]
E_{UVA}	<i>iluminare energetică totală (UVA)</i>	iluminarea energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă UVA cuprinsă între 315 și 400 nm, exprimată în wați pe metru pătrat [W/m^2]
H_{UVA}	<i>expunere energetică</i>	integrala sau suma iluminării energetice în raport cu timpul și lungimea de undă calculată în interiorul gamei de lungime de undă UVA cuprinsă între 315-400 nm, exprimată în jouli pe metru pătrat [J/m^2]
$S(\lambda)$	<i>ponderare spectrală</i>	ia în considerare raportul dintre lungimea de undă și efectele radiațiilor UV asupra ochilor și pielii (tabelul 1.2) [fără dimensiune]
$T, \Delta t$	<i>timp, durată de expunere lungime de undă</i>	timp, durată de expunere
λ		exprimată în nanometri [nm]
$\Delta\lambda$	<i>lățimea benzii</i>	exprimată în nanometri [nm], a intervalelor de calcul sau de măsurare
$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$	<i>Luminanță energetică spectrală</i>	a sursei exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian pe nanometru [$\text{W}/\text{m}^2 \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$];
$R(\lambda)$	<i>ponderare spectrală</i>	ia în considerare raportul dintre lungimea de undă și leziunea oculară cauzată de efectul termic provocat de radiațiile vizibile și IRA (tabelul 1.3) [fără dimensiune]
L_{R}	<i>luminanță eficăce (leziune provocată de efectul termic)</i>	luminanță calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $R(\lambda)$, exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian [$\text{W}/\text{m}^2 \text{sr}^{-1}$]
$B(\lambda)$	<i>ponderare spectrală</i>	ia în considerare raportul dintre lungimea de undă și leziunea oculară fotochimică provocată de lumina albastră (tabelul 1.3) [fără dimensiune]
L_{B}	<i>luminanță eficăce (lumină albastră)</i>	luminanță calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $B(\lambda)$, exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian [$\text{W}/\text{m}^2 \text{sr}^{-1}$]
E_{B}	<i>iluminare energetică eficăce</i>	iluminare energetică calculată și ponderată în funcție de lungimea de

	<i>(lumină albastră)</i>	undă cu $B(\lambda)$, exprimată în wați pe metru pătrat [W/m^2]
E_{IR}	<i>iluminare energetică totală (leziune generată de efectul termic)</i>	Iluminare energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 780 și 3000 nm, exprimată în wați pe metru pătrat [W/m^2]
E_{piele}	<i>iluminare energetică totală (vizibilă, IRA și IRB)</i>	iluminare energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 380 și 3000 nm, exprimată în wați pe metru pătrat [W/m^2]
H_{piele}	<i>expunere energetică</i>	integrala sau suma iluminări energetice în raport cu timpul și lungimea de undă, calculată în interiorul gamei de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 380 și 3000 nm, exprimată în jouli pe metru pătrat [J/m^2]
α	<i>unghi aparent</i>	unghi subîntins de o sursă aparentă, așa cum este văzută într-un punct din spațiu, exprimat în miliradiani (mrad). Sursa aparentă este obiectul real sau virtual care formează cea mai mică imagine retiniană posibilă.

Tabel 1.1

Valori-limită de expunere pentru radiațiile optice incoerente

Index	Lungimea de undă [nm]	Valori-limită de expunere	Unități	Observații	Partea corpului	Risc
a.	180-400 (UVA, UVB și UVC)	$H_{ef} = 30$ Valoare zilnică 8 ore	[J /m ⁻²]		ochi corneea conjunctivă cristalin piele	fotocheratită conjunctivită cataractogeneză eritem elastoza cancer de piele
b.	315-400 (UVA)	$H_{UVA} = 10^4$ Valoare zilnică 8 ore	[J /m ⁻²]		ochi cristalin	cataractogeneză
c.	300-700 (Lumină albastră) ⁽¹⁾	$L_B = \frac{10^6}{t}$ pentru $t \leq 10\,000$ s	L_B : [W /m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]	pentru $\alpha \geq 11$ mrad	ochi retină	fotoretinită
d.	300-700 (Lumină albastră) ⁽¹⁾	$L_B = 100$ pentru $t > 10\,000$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
e.	300-700 (Lumină albastră) ⁽¹⁾	$E_B = \frac{100}{t}$ pentru $t \leq 10\,000$ s	E_B : [W /m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]	pentru $\alpha < 11$ mrad a se vedea nota ⁽²⁾		
f.	300-700 (Lumină albastră) ⁽¹⁾	$E_B = 0,01$ $t > 10\,000$ s	[W /m ⁻²]			
g.	380-1400 (vizibil IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ pentru $t > 10$ s	[W/ m ⁻² sr ⁻¹]	$C_\alpha = 1,7$ pentru $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pentru $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pentru $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380$; $\lambda_2 = 1\,400$	ochi retină	arsură retiniană
h.	380-1 400 (vizibil și IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pentru $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W /m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]			
i.	380-1 400 (vizibil și IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ pentru $t < 10 \mu s$	[W /m ⁻² sr ⁻¹]			

j.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ pentru $t > 10$ s	[W /m ⁻² sr ⁻¹]	$C_\alpha = 11$ pentru $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pentru $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pentru $\alpha > 100$ mrad (câmp de măsurare: 11 mrad) $\lambda_1 = 780$; $\lambda_2 = 1\ 400$	ochi retină	arsură retiniană
k.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pentru $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	LR: [W /m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]			
l.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ pentru $t < 10 \mu s$	[W /m ⁻² sr ⁻¹]			
m.	780 -3 000 (IRA și IRB)	$E_{IR} = 18\ 000 t^{-0,75}$ pentru $t \leq 1\ 000$ s	E: [W/ m ⁻²] t: [secunde]		ochi corne cristalin	arsură corneană cataractogeneză
n.	780-3 000 (IRA și IRB)	$E_{IR} = 100$ pentru $t > 1\ 000$ s	[W /m ⁻²]			
o.	380-3 000 (vizibil, IRA și IRB)	$H_{piele} = 20\ 000 t^{0,25}$ pentru $t < 10$ s	H [J /m ⁻²] t [secunde]		piele	arsură

1) Gama cuprinsă între 300 și 700 nm acoperă o parte din UVB, toate UVA și cea mai mare parte din radiațiile vizibile. Cu toate acestea, pericolele asociate sunt numite în mod curent „*pericole legate de lumina albastră*”. Lumina albastră propriu-zisă nu acoperă, cu aproximație, decât gama cuprinsă între 400 și 490 nm.

(2) Pentru fixarea privirii pe sursele foarte mici cu o amplitudine mai mică de 11 mrad, L_B poate fi convertit în E_B . În mod normal, aceasta nu se aplică decât instrumentelor oftalmologice sau ochiului stabilizat sub anestezie. Durata maximă în care se poate fixa o sursă se determină prin aplicarea următoarei formule: $t_{\max} = 100/E_B$, E_B exprimându-se în W/ m⁻². Datorită mișcărilor ochilor în timpul sarcinilor normale vizuale, această durată nu depășește 100 s.

S (λ) [fără dimensiune], 180 nm-400 nm

λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)	λ în 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		

Tabel 1.3

B (λ), R (λ) [fără dimensiune], 380 nm - 1400 nm

λ în nm	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	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
$700 < \lambda \leq 1\ 050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 150$	—	0,2
$1\ 150 < \lambda \leq 1\ 200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\ 150 - \lambda)}$
$1\ 200 < \lambda \leq 1\ 400$	—	0,02

Radiații optice laser

Valorile de expunere la radiațiile optice care sunt relevante din punct de vedere biofizic se pot calcula prin formulele enumerate în continuare. Formulele care trebuie utilizate se aleg în funcție de lungimea de undă și de durata radiației emise de sursă, iar rezultatele trebuie comparate cu valorile-limită de expunere corespunzătoare care figurează în tabelele 2.2, 2.3 și 2.4. Pentru o sursă anumită de radiații optice laser, poate să fie relevantă mai mult de o valoare de expunere, deci mai mult de o limită de expunere corespunzătoare. Riscurile asociate radiațiilor sunt prezentate în tabelul 2.1.

Coeficienții care se folosesc ca instrumente de calcul în tabelele 2.2, 2.3 și 2.4 sunt indicați în tabelul 2.5; corecțiile care se aplică expunerilor repetate figurează în tabelul 2.6.

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

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

Note:

- dP putere exprimată în wați [W];
dA suprafața exprimată în metri pătrați [m²];
E (t), E iluminare energetică sau densitate de putere: puterea radiată incidentă pe unitatea de suprafață pe o suprafață, exprimată în general în wați pe metru pătrat [W /m²]. Valorile E(t), E fie provin din măsurări, fie sunt comunicate de producătorul echipamentului;
H expunere energetică: integrala iluminării energetice în raport cu timpul, exprimată în jouli pe metru pătrat [J/ m²];
t timp, durată de expunere, exprimată în secunde [s];
λ lungimea de undă, exprimată în nanometri [nm];
γ unghiul de con de limitare a câmpului de măsurare, exprimat în miliradiani [mrad];
γ_m câmp de măsurare, exprimat în miliradiani [mrad];
α unghi aparent al unei surse, exprimat în miliradiani [mrad];
diafragmă de limitare: suprafața circulară utilizată pentru a calcula media iluminării energetice și a expunerii energetice;
G luminanță energetică integrată: integrala luminanței energetice pe o anumită durată de expunere, exprimată sub formă de energie radiantă pe unitatea de suprafață a unei suprafețe radiante și pe unghiul solid unitar de emisie, în jouli pe metru pătrat pe steradian [J /m² sr⁻¹].

Tabelul 2.1

Riscuri asociate radiațiilor

Lungime de undă [nm], λ	Domeniu spectral	Organ afectat	Risc	Tabel în care figurează valorile-limită de expunere
180-400	UV	ochi	Leziune fotochimică și leziune termică	2.2, 2.3
180-400	UV	piele	Eritem	2.4
400-700	vizibil	ochi	Leziunea retinei	2.2
400-600	vizibil	ochi	Leziune fotochimică	2.3
400-700	vizibil	piele	Leziune termică	2.4
700-1.400	IRA	ochi	Leziune termică	2.2, 2.3
700-1.400	IRA	piele	Leziune termică	2.4
1.400-2.600	IRB	ochi	Leziune termică	2.2
2.600-10 ⁶	IRC	ochi	Leziune termică	2.2
1.400-10 ⁶	IRB, IRC	ochi	Leziune termică	2.3
1.400-10 ⁶	IRB, IRC	piele	Leziune termică	2.4

Tabelul 2.2

Valori-limită de expunere a ochiului la laser – Expunere de scurtă durată < 10 s

Lungime de undă [nm]		Diafragm	Durată (e)					
			10^{-13} - 10^{-11}	10^{-11} - 10^{-9}	10^{-9} – 10^{-7}	10^{-7} - $1,8 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$ - $\times 10^{-5}$	5×10^{-5} – 10^{-3}
UVC	180-280	1 mm pentru $t < 0,3s; 1,5 \times t^{0,375}$	$E = 3 \times 10^{10}x [W/m^2] (^\circ)$	$H = 30 [J/m^2]$				
	280-302			$H = 40 [J/m^2]$ dacă $t < 2,6 \times 10^9$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	303			$H = 60 [J/m^2]$ dacă $t < 1,3 \times 10^8$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	304			$H = 100 [J/m^2]$ dacă $t < 1,0 \times 10^7$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	305			$H = 160 [J/m^2]$ dacă $t < 6,7 \times 10^7$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	306			$H = 250 [J/m^2]$ dacă $t < 4,0 \times 10^6$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	307			$H = 400 [J/m^2]$ dacă $t < 2,6 \times 10^5$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	308			$H = 630 [J/m^2]$ dacă $t < 1,6 \times 10^4$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	309			$H = 10^3 [J/m^2]$ dacă $t < 1,0 \times 10^3$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	310			$H = 1,6 \times 10^3 [J/m^2]$ dacă $t < 6,7 \times 10^3$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	311			$H = 2,5 \times 10^3 [J/m^2]$ dacă $t < 4,0 \times 10^2$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	312			$H = 4,0 \times 10^3 [J/m^2]$ dacă $t < 2,6 \times 10^1$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
	313			$H = 6,3 \times 10^3 [J/m^2]$ dacă $t < 1,6 \times 10^0$, atunci $H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$				
UVB	314							

					/m ²]		
UVA	315-400				H = 5,6x10 ³ t ^{0,25} [J m ²]		
Vizibile și IRA	400-700	7 mm	$H = 1,5 \times 10^{-4} C_E$ [J/m ²]	$= 2,7 \times 10^4 t^{0,75} C_E$ [Jm ⁻²]	$H = 5 \times 10^{-3} C_E$ [J /m ²]	$H = 18 \times t^{0,75} C_E$ [J /m ²]	
	700-1050		$H = 1,5 \times 10^{-4} C_A C_E$ [J/m ²]	$H = 2,7 \times 10^4 t^{0,75} C_A$ C _E [J/m ²]	$H = 5 \times 10^{-3} C_A C_E$ [J m ²]	$H = 18 \times t^{0,75} C_A C_E$ [J /m ²]	
	1050-1400		$H = 1,5 \times 10^{-3} C_C C_E$ [J/m ²]	$H = 2,7 \times 10^5 t^{0,75} C_C C_E$ [J/m ²]	$H = 5 \times 10^{-2} C_C C_E$ [J m ²]	$H = 90 \times t^{0,75} C_A C_E$ [J /m ²]	
IRB și IRC	1400-1500	(a)	E=10 ¹² [W/m ²]		H=10 ³ [J m ²]		H = 5,6x10 ³ t ^{0,25} [J/ m ²]
	1500-1800		E=10 ¹³ [W/m ²]		H=10 ⁴ [J /m ²]		
	1800-2600		E=10 ¹² [W/m ²]		H=10 ³ [J /m ²]		
	2600-10 ⁶		E=10 ¹¹ [W/m ²]		H=100 [J /m ²]	H = 5,6x10 ³ × t ^{0,25} [J/ m ²]	

- a) În cazul în care lungimea de undă a laserului corespunde cu două limite, se aplică limita cea mai restrictivă;
- b) Dacă $1400 \leq \lambda < 10^5$ nm; diametrul diafragmei de limitare = 1 mm pentru $t \leq 0,3$ s și $1,5 t^{0,375}$ mm; diametrul diafragmei de limitare = 11 mm;
9. În lipsa datelor pentru aceste durate de impuls, ICNIRP recomandă utilizarea limitelor de luminanță energetică pentru I ns;
10. Tabelul indică valori corespunzătoare unui singur impuls laser. Dacă există mai multe impulsuri laser, trebuie făcută suma duratelor pentru impulsurile emise în cursul unui interval T_{\min} (care figurează în tabelul 2.6) și să dea lui t valoarea care rezultă de aici în formula:
 $5,6 \times 10$

Tabelul 2.3

Valori-limită de expunere a ochiului la laser — Expunere de lungă durată > 10s

Lungime de undă [nm]		Diafragmă Liniară	Durată (e)		
			10^1-10^2	10^2-10^4	$10^4-3 \times 10^4$
UVC	180-280	3,5 mm	$H = 30 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	280-302				
	303		$H = 40 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	304		$H = 60 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	305		$H = 100 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	306		$H = 160 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	307		$H = 250 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	308		$H = 400 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	309		$H = 630 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
UVB	310		$H = 1,0 \times 10^3 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	311		$H = 1,6 \times 10^3 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	312		$H = 2,5 \times 10^3 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	313		$H = 4,0 \times 10^3 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
	314		$H = 6,3 \times 10^3 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
UVA	315-400		$H = 10^4 \text{ [J/ m}^2\text{]}$		
Vizibile 400-700	400-600 Leziune fotochimică a retinei	7 mm	$H = 100 C_B \text{ [J/ m}^2\text{]}$ ($\gamma=11 \text{ mrad}$) ^d	$E=1 C_B \text{ [W/ m}^2\text{]}$; ($\gamma=1,1 t^{0,5} \text{ mrad}$) ^d	$E= 1 C_B \text{ [W/ m}^2\text{]}$ ($\gamma=110 \text{ mrad}$) ^d
	400-700 Leziune fotochimică a retinei		dacă $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ dacă $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ și $t \leq T_2$ dacă $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ și $t > T_2$		

IRA	700-1400	7 mm	<p>dacă $\alpha < 1,5$ mrad</p> <p>dacă $\alpha > 1,5$ mrad și $t \leq T_2$</p> <p>dacă $\alpha > 1,5$ mrad și $t > T_2$</p>	<p>atunci $E=10$ [W/ m⁻²]</p> <p>atunci $H=18 C_E t^{0,75}$ [W /m⁻²]</p> <p>atunci $E=18 C_E T^{-0,25/2}$ [W /m⁻²]</p>
IRB și IRC	1400-10 ⁶	(c)	$E=1\ 000$ [W /m ⁻²]	

a) În cazul în care lungimea de undă sau un alt parametru al laserului corespunde cu două limite, aplică limita cea mai restrictivă.

b) Pentru sursele mici care subîntind un unghi de 1,5 mrad sau mai puțin, limitele duble de expunere E cuprinse între 400 nm și 600 nm, în spectrul vizibil, se reduc la limitele termice, pentru $10\text{ s} < t < T_1$, și la limitele fotochimice, pentru duratele mai mari. Pentru T_1 și T_2 , a se vedea tabelul 2.5. Limita pentru riscul retinian legat de un efect fotochimic se poate exprima, de asemenea, sub forma unei luminanțe energetice integrate în raport cu timpul $G = 10^6 C_g [J/m^2\text{ sr}^{-1}]$ pentru $t > 10\text{ s}$ până la $t = 10\ 000\text{ s}$ și $L = 100 C_B [W\ m^2\text{sr}^{-1}]$ pentru $t > 10\ 000\text{ s}$. Pentru măsurarea G și L, trebuie utilizat γ_m drept câmp pentru calcularea mediei. În mod oficial, limita dintre domeniul vizibil și domeniul infraroșu se situează la 780 nm, în conformitate cu definiția CIE. Coloana în care sunt indicate numele domeniilor lungimilor de undă este utilizată numai pentru a oferi o privire de ansamblu utilizatorului. (Simbolul G este folosit de CEN, simbolul L_t este folosit de CIE și simbolul L_r este folosit de CEI).

c) Pentru lungimile de undă de la 1 400 la 10⁵ nm: diametrul diafragmei de limitare =3,5mm; pentru lungimile de undă 10⁵-10⁶; diametrul limită al diafragmei =1 mm

d) Pentru măsurarea valorii de expunere, luarea în considerare a γ se stabilește astfel: dacă unghiul α (unghiul aparent al sursei) $> \gamma$ (unghiul de con de limitare, indicat între paranteze drepte în coloana corespunzătoare), atunci câmpul de măsurare γ_m ar trebui să fie valoarea indicată pentru γ (dacă s-ar utiliza un câmp mai mare de măsurare, s-ar subestima riscul).

Dacă $\alpha < \gamma$, câmpul de măsurare γ_m trebuie să fie suficient de mare pentru a include în întregime sursa, dar el nu este limitat și poate fi mai mare decât γ .

Tabelul 2.4

Valorile-limită de expunere a pielii la laser

Lungime de undă [nm]		Diafragmă	Durată (e)				
			$<10^{-9}$	$10^{-9}-10^{-7}$	$10^{-7}-10^{-3}$	10^1-10^3	$10^3-3 \times 10^6$
UV (A,B,C)	180-400	3,5 mm	$E=3 \times 10^{10} [W /m^{-2}]$	A se vedea limitele de expunere a ochiului			
Vizibile și IRA	400-700	3,5 mm	$E=3 \times 10^{11} [W /m^{-2}]$	$H=200 C_A$	$H=1,1 \times 10^4 C_A t^{0,25} [J /m^{-2}]$		$E=2 \times 10^3 C_A [W /m^{-2}]$
	700-1400		$E=3 \times 10^{11} C_A [W /m^{-2}]$	$[J /m^{-2}]$			
IRB și IRC	1400-1500		$E=3 \times 10^{12} [W /m^{-2}]$	A se vedea limitele de expunere a ochiului			
	1500-1800		$E=3 \times 10^{13} [W /m^{-2}]$				
	1800-2600	$E=3 \times 10^{12} [W /m^{-2}]$					
	2600-10 ⁶	$E=3 \times 10^{11} [W /m^{-2}]$					

a) În cazul în care lungimea de undă a laserului corespunde cu două limite, se aplică limita cea mai restrictivă

Tabelul 2.5

Factorii de corecție aplicați și alți parametri de calcul

Parametru utilizat de ICNIRP	Gama spectrală valabilă (nm)	Valoare
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700-1 050	$C_A = 10^{0,002 (\lambda - 700)}$
	1050-1400	$C_A = 5,0$
C_B	400-450	$C_B = 1,0$
	450-700	$C_B = 10^{0,02 (\lambda - 450)}$
C_C	700-1150	$C_C = 1,0$
	1150-1200	$C_C = 10^{0,018 (\lambda - 1150)}$
	1200-1400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450-500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02 (\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametru utilizat de ICNIRP	Valabil pentru efectele biologice	Valoare
α_{\min}	toate efectele termice	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parametru utilizat de ICNIRP	Gama unghiulară valabilă (mrad)	Valoare
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ cu $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$
Parametru utilizat de ICNIRP	Interval temporal valabil de expunere (s)	Valoare
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ mrad}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5} [\text{mrad}]$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ mrad}$

Corecția pentru expunerea repetitivă

Fiecare din următoarele trei norme generale ar trebui aplicată tuturor expunerilor repetitive generate de sistemele de laser pulsat repetitiv sau de sistemele de scanare laser:

1. Expunerea de la un singur impuls dintr-o serie de impulsuri nu trebuie să depășească valoarea limită de expunere pentru un singur impuls cu durata respectivă.
2. Expunerea de la orice grup de impulsuri (sau subgrup de impulsuri dintr-un tren) livrate în timpul t nu trebuie să depășească valoarea limită de expunere pentru timpul t .
3. Expunerea de la orice impuls individual dintr-un grup de impulsuri nu trebuie să depășească valoarea limită de expunere la un singur impuls multiplicată cu un factor de corecție termică cumulativă $C_p = N - 0,25$, unde N este numărul de impulsuri. Această regulă se aplică numai limitelor de expunere pentru a proteja împotriva leziunilor termice, unde toate impulsurile livrate în mai puțin de T_{\min} sunt tratate ca un singur impuls.

Parametru	Gama spectrală valabilă (nm)	Valoare
T_{\min}	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9}$ s (=1 ns)
	$400 < \lambda \leq 1050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (=18 μ s)
	$1050 < \lambda \leq 1400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (=50 μ s)
	$1400 < \lambda \leq 1500$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (=1 ms)
	$1500 < \lambda \leq 1800$	$T_{\min} = 10$ s
	$1800 < \lambda \leq 2600$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (=1 ms)
	$2600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7}$ s (=100 ns)