

НЕЛАЗЕРНЕ ОПТИЧНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ В РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

dr hab. inż. Agnieszka Wolska, prof. CIOP-PIB

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

(Центральний Інститут Охорони Праці – Державний Науково-Дослідний Інститут)

00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16

Нелазерне оптичне випромінювання та його вплив на організм людини

Оптичне випромінювання-це частина спектру електромагнітного випромінювання з довжинами хвиль в діапазоні 100 нм-1 мм. Оптичне випромінювання поділяється на ультрафіолетове, видиме та інфрачервоне випромінювання. Відповідно до польського стандарту PN-E: 01005:1990 Світлова техніка. Термінологія окремим діапазнам оптичного випромінювання відповідають наведені в таблиці 1 діапазони довжини хвиль.

Таблиця 1. Діапазони оптичного випромінювання.

Назва діапазону випромінювання	Діапазон довжин хвиль
Ультрафіолет (UV):	100 - 400 нм
4. Близький ультрафіолет (UVA)	315 - 400 нм
5. Середній ультрафіолет (UVB)	280 - 315 нм
6. Далекий ультрафіолет (UVC)	100 - 280 нм
Видиме (VIS)	380 - 780 нм
Інфрачервоне (IR):	780 нм - 1 мм
7. Близьке інфрачервоне (IRA)	780 - 1400 нм
8. Середнє інфрачервоне (IRB)	1400 - 3000 нм
9. Далеке інфрачервоне (IRC)	3000 нм - 1 мм

Нелазерне оптичне випромінювання, яке зазвичай зустрічається в робочому середовищі. Робітники можуть піддаватися впливу випромінювання, що випромінюється природними

джерелами (Сонце, небосхилом, місяць тощо), а також штучними. Серед штучних джерел цього випромінювання є багато таких, випромінювання яких може бути шкідливими для здоров'я людини, а також багато таких, які, хоча випромінюють це випромінювання, та рівні їх випромінювання не є шкідливими для здоров'я працівника. Кожне джерело світла, що використовуються для цілей освітлення, монітор екрану, індикатор або світловий сигналізатор в пристроях і машинах є джерелами оптичного випромінювання, але якщо вони використовуються за призначенням, не є шкідливими для здоров'я. Однак низка технологічних процесів вимагає використання спеціалізованих джерел високопотужного оптичного випромінювання або оптичне випромінювання під час цих процесів є побічним продуктом (наприклад, зварювання, металургійні печі) та водночас випромінюють випромінювання, що може спричинити шкідливі наслідки для здоров'я працівників.

Оптичне випромінювання є чинником навколишнього середовища, необхідним для правильного розвитку та діяльності людини. З його допомогою ми бачимо навколишній світ, регулюється циркадний цикл, сприяє процесам загоєння ран, лікування інфекцій і метаболізму людини і вироблення вітаміну D3, а також сприяє лікуванню депресії, травм, забоїв тощо. Тому певна кількість цього випромінювання є необхідною для здоров'я людини. Проте надмірна кількість цього випромінювання може викликати наслідки, шкідливі для здоров'я людини, що пов'язані з очима і шкірою. Наслідки надмірного впливу оптичного випромінювання залежать від спектрального діапазону випромінювання, рівня випромінювання, типу опроміненої тканини, часу опромінення та кутового розміру джерела випромінювання в діапазоні 380-1400 нм. Залежно від довжини хвилі оптичне випромінювання проникає в тканини шкіри або в очне яблуко на різну глибину і поглинається в різних його частинах.

Вплив оптичного випромінювання на тканини людини може бути фотохімічним або термічним. Фотохімічний вплив є пов'язаний з хімічними реакціями, що відбуваються на молекулярному рівні. Ці взаємодії відбуваються при низьких рівнях щільності потужності випромінювання і є сумарними (тобто ефекти ряду впливів на опромінення додаються разом). Тепловий вплив полягає в нагріванні тканини, що піддається впливу випромінювання. Після перевищення в області впливу температури 45°C відбувається розрив клітинних мембран і спікання тканин. Біологічний наслідок термічного впливу залежить від кількості випромінювання, поглинутого протягом одноразового впливу, незалежно від кількості цих впливів, що повторюються протягом робочої зміни. Тип існуючої небезпеки і приклади шкідливих наслідків для здоров'я для окремих діапазонів оптичного випромінювання представлені в таблиці 1.

Таблиця 2. Приклади загроз і наслідків, шкідливих для окремих діапазонів оптичного випромінювання

Довжина хвилі та діапазон випромінювання	Орган	Тип небезпеки	Приклади шкідливих наслідків	
			гострий	хронічний
180÷400 нм (UVA, UVB і UVC)	око	Фотохімічна небезпека для очей від UV-випромінювання	Кератит кон'юнктивіт	Птеригіум, ракові пухлини, рак
	шкіра	Фотохімічна небезпека для шкіри від UV-випромінювання	Еритема, Опіки фотодерматоз	Фотостаріння, Пігментація, Фотоалергія, Ракові пухлини Рак шкіри (включаючи меланому)
315÷400 нм (UVA)	око	Фотохімічна небезпека для кришталіка ока від UV-випромінювання	-----	Фотохімічна катаракта
300÷700 нм (Синє світло) ²⁾	око	Фотохімічна небезпека для сітківки ока від синього світла	запалення сітківки	дегенерація сітківки і судинної оболонки ока
380÷1 400 нм (VIS і IRA)	око	Термічна небезпека для сітківки ока VIS і IRA	опіки, кровотечі сітківки	дегенерація сітківки і судинної оболонки ока
780÷3 000 нм (IRA і IRB)	око	Термічна небезпека для сітківки і кришталіка ока IRA і IRB	опік рогівки	катаракта від інфрачервоного випромінювання пересихання рогівки, запалення райдужної оболонки та кон'юнктиви
380 нм - 1 мм (VIS і IR)	шкіра	Термічна небезпека для шкіри	Почервоніння, опіки	Пересихання і запалення повік

У професійні захворювання, які можуть бути наслідком впливу оптичного випромінювання, у Польщі зараховуються:

- Гостре запалення кон'юнктиви, викликане ультрафіолетовим випромінюванням
- Катаракта, викликана інфрачервоним або довгохвильовим ультрафіолетом
- Центральні дегенеративні зміни сітківки і судинної системи, викликані короткохвильовим інфрачервоним і видимим випромінюванням з області синього спектра

- Професійні фотодерматози (одночасний вплив ультрафіолету та фотосенсибілізаційних чи фототоксичних чинників, наявних в робочому середовищі)
- Ракова пухлина шкіри (тип без меланоми та меланома шкіри).

Оптичне випромінювання в робочому середовищі може виходити від електричних джерел або технологічних процесів. Електричні джерела можуть випромінювати ультрафіолетове, видиме та інфрачервоне випромінювання. До них відносяться:

- ультрафіолетові випромінювачі (в діапазоні А, В, і С) - (люмінесцентні або ртутні UV-випромінювачі, ртутні випромінювачі, світлодіоди LED UV
- джерела, що випромінюють лише видиме випромінювання (лампи основного ряду, люмінесцентні лампи, світлодіодні джерела),
- джерела, що випромінюють крім видимого випромінювання ультрафіолетове випромінювання (галогенні лампи, метало-галогенні лампи, ртутні лампи, ксенонові лампи),
- інфрачервоні випромінювачі (ІЧ-лампочки, керамічні випромінювачі, фени, плойки, праски, скороварки, духовки).

Технологічними процесами, здатними випромінювати оптичне випромінювання, зокрема, є електричне та газове зварювання, плазмове чи кисневе різання, теплове зварювання, печі для скла, доменні печі, для гарту, плавлення металів тощо.

Важливим природним джерелом оптичного випромінювання є Сонце, випромінювання якого складається з: 7% ультрафіолетового, 50% інфрачервоного та 43% видимого випромінювання.

Оцінка впливу нелазерного оптичного випромінювання

Скрізь, де визначено джерела штучного оптичного випромінювання, які можуть бути потенційно шкідливими для здоров'я, необхідно проводити тести на рівень опромінення працівників. Рівень випромінювання - це значення параметрів, що характеризують оптичне випромінювання як чинник, шкідливий для здоров'я в робочому середовищі, визначене в положенні Міністра Праці та Соціальної Політики від 27 травня 2010 р. про охорону праці при роботах, пов'язаних з впливом оптичного випромінювання [Законодавчий Вісник від 2010. № 100 п. 643 Законодавчий Вісник 2013, п. 1619]. Однак рівень впливу відповідно до визначення, що міститься у вищезгаданому положенні - це

рівень випромінювання після врахування колективних заходів захисту, що застосовуються в цілях обмеження впливу на працівника оптичного випромінювання.

Критерії оцінки небезпеки для здоров'я від оптичного випромінювання та значень гранично допустимого впливу (ГДВ) визначено в положенні Міністра Сім'ї та Трудової і Соціальної Політики від 12 червня 2018 р. про найвищі допустимі концентрації та інтенсивності чинників, шкідливих для здоров'я в робочому середовищі, Законодавчий Вісник 2018, п. 1286. Якщо на робочому місці виникають перевищення значень гранично допустимого впливу (ГДВ) для оптичного випромінювання тоді відзначається великий професійний ризик, пов'язаний з рівнем впливу і слід негайно вжити заходів для обмеження цього ризику. Для кожного з діапазонів оптичного випромінювання визначені критерії оцінки небезпеки цього випромінювання. Критеріальні значення та значення ГДВ залежать від типу випромінювання та типу та місця (шкіра, око) впливу та більш широко представлені в положеннях та професійній літературі.

Обов'язки роботодавця та працівника - обмеження впливу нелазерного оптичного випромінювання, законодавчі положення.

Відповідно до змісту положення, положення Міністра Праці та Соціальної Політики від 27 травня 2010 р. про охорону праці при роботах, пов'язаних із впливом оптичного випромінювання [Законодавчий Вісник від 2010. № 100 п. 643 зведений текст Законодавчий Вісник 2013, п. 1619] роботодавець у т. ч. визначає джерела випромінювання, які можуть становити небезпеку на робочому місці, а потім визначає рівень випромінювання на основі вимірювань відповідних параметрів випромінювання, виконаних на робочому місці, або даних від виробника пристрою, що включають результати вимірювань рівнів випромінювання, що впливають або розрахунків відповідних параметрів випромінювання, наявних на робочому місці, коли такі розрахунки можливо виконати.

Роботодавець повинен усунути у джерелі професійний ризик, пов'язаний із впливом оптичного випромінювання, або зменшити його до мінімально можливого рівня, враховуючи наявні технічні рішення та науково-технічний прогрес. Після перевищення значення ГДВ роботодавець зобов'язаний розробити та впровадити програму організаційно-технічних заходів спрямованих на зменшення впливу оптичного випромінювання, що полягатимуть у:

1. впровадженні процесів або методів роботи, що обмежують професійні ризики, пов'язані з оптичним випромінюванням;

2. підборі пристроїв, призначених для виконання конкретної роботи з, можливо, найменшим впливом оптичного випромінювання;
3. обмеженні впливу оптичного випромінювання технічними засобами, включаючи використання, де це необхідно, захисних пристроїв та інших заходів колективного захисту (блокад, кожухів, кришок, екранів тощо);
4. техобслуговуванні приладів, що є джерелом впливу оптичного випромінювання, та їх обладнання, застосовуваних захисних пристроїв та засобів колективного захисту, а також місць та робочих місць;
5. проектуванні робочих місць та розміщенні робочих станцій таким чином, що дозволяє ізолювати від джерел випромінювання та обмежувати одночасний вплив оптичного випромінювання, яке випромінюється багатьма джерелами випромінювання;
6. обмеженні тривалості та рівня впливу;
7. забезпеченні правильно підібраних засобів індивідуального захисту;
8. дотриманні інструкцій виробників обладнання, зокрема щодо безпечної експлуатації, що запобігає утворенню шкідливих впливів оптичного випромінювання або надмірного рівня впливу.

Роботодавець зобов'язаний проводити тести та вимірювання оптичного випромінювання. Вони проводяться, якщо джерела цього випромінювання, що експлуатуються, є іншими, ніж джерела освітлення, призначені для освітлення приміщень або робочих місць, які використовуються у призначених для них світильниках і на достатній відстані від відкритих частин тіла. Натомість частота проведення тестів на нелазерне оптичне випромінювання визначається залежно від кратності граничного допустимого впливу (ГДВ), що виконуються:

- не рідше одного разу в два роки – якщо в ході останнього тесту і вимірювання був виявлений рівень впливу вище 0,4 до 0,7 значення граничного допустимого впливу (ГДВ),
- не рідше одного разу на рік – якщо в ході останнього тесту і вимірювання був виявлений рівень впливу вище 0,7 значення ГДВ,

Якщо під час двох останніх тестів і вимірювань оптичного випромінювання, виконаних з інтервалом в два роки, рівень впливу не перевищував 0,4 значення ГДВ, роботодавець може відмовитися від виконання вимірювань. Про результати вимірювань оптичного випромінювання роботодавець зобов'язаний своєчасно проінформувати працівників.

Працівники, які працюють у небезпеці нелазерного оптичного випромінювання, піддаються профілактичним медичним обстеженням, діапазон і частота яких залежать від типу випромінювання (UV, VIS і IR). У разі, якщо працівники виконують роботу в умовах перевищення ГДВ на оптичне випромінювання, а також у разі, коли в результаті медичних обстежень було виявлено захворювання або несприятливі наслідки для здоров'я, які, на думку лікаря, є результатом впливу оптичного випромінювання на роботі, лікар, який здійснює медичний догляд:

- повідомляє працівників про результати медичних обстежень та інформує їх, які обстеження слід проводити після припинення впливу оптичного випромінювання
- здійснює періодичний аналіз результатів контролю здоров'я працівників, а також інформує роботодавця про результати цих аналізів з урахуванням лікарської таємниці.