

УДК (613.165:616-057):616-084:001.5

ОЦІНКА ВИРОБНИЧОЇ КАНЦЕРОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ, СПРИЧИНЕНОЇ ПРИРОДНИМ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Салюков А. О., Варивончик Д. В.

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

Визначено невіршені ключові наукові питання з оцінки та зниження рівнів виробничої канцерогенної небезпеки, спричиненої природним (сонячним) ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ). Окреслено перспективні напрями первинної профілактики виробничо-зумовлених злоякісних новоутворень шкіри та ока, пов'язаних з надлишковою експозицією працюючих УФВ.

Ключові слова: канцерогенна небезпека, сонячне ультрафіолетове випромінювання, працюючі, профілактика

Вступ

Природне ультрафіолетове випромінювання (УФВ) є одним з гігієнічно значущих факторів середовища проживання людини. Ультрафіолетовий спектр, що становить малу частину сонячного випромінювання (5 %), чинить вагому дію на організм і, зокрема, на шкіру та око, як органи-мішені.

Епідеміологічними дослідженнями доведено, що вплив на здоров'я природного УФВ визначається його експозиційною дозою. Аналіз даних багаторічних досліджень показав, що невелика кількість впливу УФВ на шкіру (до 1 мінімальної еритемної дози (МЕД) на день) необхідна для ендogenous синтезу в організмі вітаміну D₃, який відіграє провідну роль у розвитку та функціонуванні опорно-рухової системи, імунної функції та гемопоезу в людини. Оптимальне опромінення ультрафіолетовими (УФ) променями дозволяє знижувати ризик виникнення та попереджувати загострення ряду патологічних станів — цукрового діабету I типу, гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця, туберкульозу, розсіяного склерозу, ревматоїдного артриту, шизофренії, сезонних афективних розладів, негоджкінської лімфоми, раку молочної залози, яєчників, передміхурової залози, товстого кишечника та забезпечувати високий рівень загального самопочуття [27, 36].

Однак останніми десятиріччями особливо актуальною є проблема зростання приземних рівнів сонячного УФВ, обумовлених глобальними виснаженнями вмісту стратосферного озону унаслідок забруднення атмосферного повітря фреонами (що містять Cl, Br), оксидами азоту, викидами продуктів

неповного горіння палива тощо. Так, з 1980 року на середніх північних широтах в атмосфері спостерігається виснаження на 4–5 % озонового шару стратосфери, а також утворення територіальних «озонових аномалій» [2].

Унаслідок цього, тривала та інтенсивна експозиція населення природним УФВ (під час відпочинку на південних курортах, тривале перебування на відкритому повітрі, пов'язане з виконанням професійних обов'язків) становить значну проблему для громадської охорони здоров'я, що зумовлено вагомою етіологічною причиною цього випромінювання у виникненні: раку/меланоми шкіри, хвороб шкіри (фотостаріння, фотодерматозу) та очей (катаракти, фотокератокон'юнктивіту, макулодистрофії), набутих імунодефіцитних станів, що призводять до збільшення поширення деяких інфекційних хвороб [19, 28, 35–39].

За оцінками ВООЗ, якщо не будуть впроваджені відповідні профілактичні заходи — буде зростати кількість осіб із патологією, яка пов'язана з надлишковим впливом природного УФВ. Тому в 1992 році Конференція ООН із навколишнього середовища і розвитку (UNCED), у рамках 21 Порядку денного зазначила, що «у терміновому порядку необхідно провести якісні дослідження впливу на здоров'я людини збільшення ультрафіолетового випромінювання, що досягає поверхні Землі, внаслідок виснаження стратосферного озонового шару; і на основі результатів цього дослідження, розглянути можливість вжиття відповідних заходів щодо виправлення становища для пом'якшення цього впливу на людину». Відповідно до цього рішення, ВООЗ, у співпраці з Програмою

Організації Об'єднаних Націй, Всесвітньою метеорологічною організацією, Міжнародною агенцією з дослідження раку та Міжнародною комісією із захисту від неіонізуючої радіації, розпочали реалізацію міжнародної програми «*INTERSUN*» [27].

Однак до теперішнього часу в Україні існує значна кількість невирішених наукових питань з моніторингу та прогнозування річних, сезонних та щоденних експозиційних рівнів природного УФВ, при різних геліофізичних ситуаціях; кількісної оцінки індивідуальних та популяційних ризиків для здоров'я та виникнення виробничо-зумовленої патології в працюючих, при надлишковій їхній експозиції природним УФВ. Також відсутні системні профілактичні заходи, спрямовані на тривало працюючих на відкритому повітрі (сільське господарство, будівництво), що визначає актуальність проведення даного наукового дослідження.

Мета дослідження — визначення невирішених ключових наукових питань з оцінки та зниження рівнів виробничої канцерогенної небезпеки, спричиненої природним (сонячним) ультрафіолетовим випромінюванням.

Матеріали та методи дослідження

У дослідженні проводили системний аналіз наукових джерел відповідно до визначеної мети дослідження.

Результати дослідження та їх обговорення

Характеристика інтенсивності природного (сонячного) ультрафіолетового випромінювання над територією України. Природне УФВ є частиною електромагнітного спектра, що випромінюється Сонцем, і ділиться за довжиною хвилі на три області: UVA (315 (320) — 400 нм), UVB (280—315 (320) нм) і UVC (10—280 нм). На межі атмосфери інтенсивність сонячної радіації («сонячна постійна») становить — 1,36 кВт/м² (1,98 кал/см² · хв.).

Численними дослідженнями встановлено, що найсильніший вплив на інтенсивність приземного УФВ мають — зенітний кут Сонця (повністю визначається географічними координатами точки і астрономічними причинами — час доби, номер дня в році, пов'язаних з положенням Землі на її орбіті); стан хмарності (втрата УФВ при високому ступені пилового/димового забруднення атмосфери може досягати 20—40 %); загальний вміст озону (ЗВО);

менш значимі чинники — аерозольна оптична товщина, альbedo підстильної поверхні. Динаміка приземної інтенсивності УФВ впродовж доби переважно залежить від загальної сонячної радіації [4].

На людину впливає сумарна радіація (інсоляція) — пряма (від Сонця), розсіяна (від небозводу), відбита (від навколишніх предметів), їхні співвідношення — 1,0 : 0,6 : 0,3. При збільшенні висоти Сонця над горизонтом інтенсивність розсіяної інсоляції зменшується, а кількість UVB — збільшується [3]. Еритемна ефективність прямої сонячної та розсіяної радіації майже однакова, а ефективність розсіяної УФВ радіації — удвічі нижча за пряму [11].

Інтенсивність приземного УФВ визначається також станом (товщиною стратосферного озонового шару, внаслідок найсильнішого поглинання атмосферним озоном сонячного випромінювання в смугах Хартлі та Хегінса (290—400 нм) [1].

Дефіцит кількості озону в товщі атмосфери зумовлює можливість небезпечного впливу УФВ на людину. Нормальним значенням товщини озонового шару у вертикальному стовпі атмосфери є 340—360 од. Добсона (DU) (1 DU = 10 мкм, при стандартних температурних показниках). Критеріальною ознакою «озонової діри» є зниження товщини озонового шару стратосфери (менш 220 DU), яке спостерігається над Арктикою та Антарктикою [4].

Супутникові дослідження (NASA «AURA») упродовж 2005—2009 років показали підсилення рівнів приземного УФ-опромінення на території Північної півкулі внаслідок зменшення товщини стратосферного озонового шару на 20—30 DU/1000 км, при цьому виявлені регіональні сезонні відмінності — «озонові аномалії», обумовлені особливостями загальної циркуляції атмосфери [1].

Найбільша сезонна і просторова мінливість поля ЗВО в Південній півкулі спостерігається в січні — лютому, а найменша — у червні — серпні. Міжрічна мінливість ЗВО обумовлена фазами сонячної активності, виверженням вулканів, антропогенними впливами, а також характеристиками загальної циркуляції атмосфери — квазідворічними, арктичними або північноатлантичними коливаннями [12].

При утворенні дефіциту ЗВО в ясну або малохмарну погоду виникає небезпека високого приземного УФ-опромінення. Результати проведених розрахунків вказують, що в пік сезонного рівня УФ-радіації (червень — липень) у помірних широтах (50—55 ° пн. ш.) при відсутності хмар та ЗВО

меншого за 300 DU спостерігається «дуже високий» рівень УФ-опромінення (ультрафіолетовий індекс (УФІ) = 8 ум. од.), а в більш низьких широтах (< 45° пн. ш.) такий рівень УФВ спостерігається навіть при ЗВО до 320 DU [1].

Відповідно до класифікації В. А. Белинского (1976 р.), територія України (52°20' – 44°20' пн. ш.) входить до зони «УФ-комфорту» (57,5 – 42,5° пн. ш.), для якої характерний тривалий високий рівень УФВ впродовж 4 – 6 міс., досягнення в південних регіонах у літній період (червень) в опівдні інтенсивності сумарної сонячної радіації – 160–240 мер/м² (тривалість 1 МЕД = 15–20 хв.), що характерне для надлишкової УФВ інсоляції [3].

Проведеними супутниковими дослідженнями (супутники «Nimbus-7», «Earth Probe») визначено, що над територією України впродовж року з вересня по червень формуються «озонові аномалії» (товщина шару стратосферного озону над територією є нижчою за кліматичну норму) [2].

Проведений нами аналіз супутникових даних середньорічних рівнів інтенсивності еритемного ультрафіолетового індексу (UVI_{er}) над територією України свідчать, що:

- «надлишковий рівень» експонування населення природним УФВ ($3 \geq UVI_{er} \geq 7$) спостерігається з березня по жовтень для всіх територій країни, що потребує спеціального захисту від УФВ;
- «небезпечний рівень» експонування населення природним УФВ ($UVI_{er} > 7$) спостерігається з травня по серпень для територій країни 44–49° пн. шр., широт, що потребує підсиленого захисту від УФВ (рис. 1).

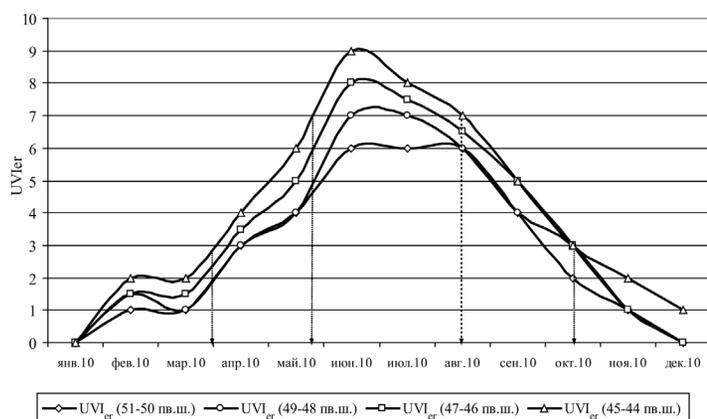


Рис. 1. Динаміка середнього рівня еритемного ультрафіолетового індексу (UVI_{er}) над територією України (за даними супутникових спостережень)

Проведеними Л. А. Гвозденко, В. І. Назаренко та співавт. дослідженнями визначено, що в Україні максимально-можливе експонування УФВ людини (з I–II фототипом шкіри), що постійно впродовж доби знаходиться на відкритому повітрі, реєструється впродовж травня – серпня (експозиція УФВ – до 15–23 МЕД/добу) [8, 9], що значно перевищує оптимальні рівні, які забезпечують фізіологічний ендогенний синтез вітаміну D₃ (на рівні до 1 МЕД/добу) [27, 36] та максимальні оздоровчо-тренувальні рівні, рекомендовані в курортології для практично здорової людини (до 4 МЕД/добу) [3].

Усе вищенаведене свідчить про те, що на території України внаслідок її географічного розташування, особливостей циркуляції атмосфери та формування «озонових аномалій» на фоні глобального виснаження стратосферного озону впродовж останніх тридцяти років спостерігається несприятлива ситуація щодо високої ймовірності надлишкового експонування працюючих на відкритому повітрі УФВ впродовж 7 місяців на рік.

Медико-соціальні наслідки надлишкового експонування населення УФВ. Усі злякисні новоутворення, викликані надмірною експозицією природним УФВ, спостерігаються серед осіб у зрілому та похилому віці, що є результатом багаторічного надмірного впливу даного випромінювання на людину з тривалим латентним періодом між впливом і виникненням захворювання (до 40 років).

За глобальними оцінками ВООЗ (2000 р.) через надмірну експозицію УФВ населенням світу щорічно втрачається біля 1,5 млн років здорового життя (DALYs) та виникає 60 тис. смертельних випадків унаслідок захворювань, що зумовлені надлишковою експозицією УФВ (табл. 1).

Втрату DALYs можна було б уникнути шляхом зменшення експозиції УФВ на рівні, необхідному для підтримки ендогенного синтезу вітаміну D₃. Дані моделювання свідчать, що повне виключення експозиції УФВ є необґрунтованим з медико-соціальної точки зору внаслідок того, що це призведе до припинення ендогенного синтезу вітаміну D₃ та значного зростання захворюваності населення світу на рахіт, остеомаліцію та остеопороз, що призведуть до втрати 3304,0 млн років DALYs [36]. Тобто, шкода від повно-

Таблиця 1

Тягар хвороб, пов'язаних з надмірним впливом на населення світу сонячного УФВ
(дані ВООЗ, 2000) [37]

Нозологія	DALYs ($\times 10^3$) (роки життя)		Випадки смерті (кількість чоловіків)	
	max	min	max	min
Меланома шкіри	621,2	345,1	58645	32581
Рак шкіри, плоскоклітинний	82,7	59,1	9474	6767
Рак шкіри, базальноклітинний	52,1	29,0	2921	1623
Катаракта (кортикальна)	529,2	529,2	0	0
Сонячний опік	293,6	293,6	0	0
Активация інфекції (герпетична інфекція губи)	68,3	34,1	0	0
Птеригіум	34,6	19,7	0	0
Сонячний кератоз	8,3	8,3	0	0
Рак рогівки та кон'юнктиви (плоскоклітинний)	1,7	1,2	0	0
Усього	1691,9	1319,4	71039	40970
Усього (без сонячного опіку та герпетичної інфекції губи)	1330,1	991,7		

го виключення впливу УФВ на населення світу оцінюється в 2,2 тис. разів більшою, ніж аналогічна шкода, обумовлена надлишковою експозицією цим природним випромінюванням.

Канцерогенна небезпека, спричинена природним (сонячним) УФВ на робочому місці. Дані багаторічних досліджень свідчать, що виникнення неопластичної трансформації в клітинах органів-мішенів під впливом УФВ обумовлені: 1) прямим генотоксичним ефектом унаслідок високоенергетичного фотонного пошкодження молекулярних зв'язків у ДНК клітин ($\lambda = 330-290$ нм); 2) епігенетичним порушенням процесів біосинтезу білка, репарації ДНК, обумовлених опосередкованим генотоксичним ефектом, внаслідок фотохімічної активації вільно-радикальних процесів у клітині ($\lambda = 370-256$ нм) [19]. Тобто, канцерогенну небезпеку чинить природне УФВ – частина спектра UVA₁ (400–350 нм), весь спектр UVA₂ (350–320 нм) та UVB (320–280 нм). При цьому канцерогенні ризики не співпадають з еритемним діапазоном УФВ (320–250 нм), і є значно ширшими (знаходяться у діапазоні виникнення засмаги шкіри без утворення еритеми (400–320 нм)) (рис. 2).

За даними системи CAREX (CARcinogen EXposure) [http://www.ttl.fi], у країнах ЄС надлишкове експонування УФВ на робочому місці займає I місце в структурі впливу канцерогенних агентів (21,7 % працюючих; 8,9 млн осіб/рік). Більш 50,0 % випадків надлишкового експонування працівників

УФВ відбувається в сільському господарстві (32,3 %) та в будівництві (23,4 %) (табл. 2).

Вважається, що ризики надлишкової інсоляції спостерігаються серед працівників, що працюють під відкритим небом у літні місяці, навіть у хмарну погоду (10.00–15.00 год за Сонячним часом чи $\approx 11.00-16.00$ год за місцевим часом для м. Києва). А також у зимові місяці, коли лежить сніг, який збільшує рівень інсоляції розсіяним УФВ. До таких працівників відносять – рятувальників, будівельників, працівників сільського господарства, озеленювачів, садівників та інших зовнішніх робітників, що працюють на відкритому повітрі тощо [40].

Виникнення патологічних станів при надлишковому впливі УФВ на людину визначається фотофізичними та фотохімічними особливостями його впливу на тканини організму, які залежать від спектрального складу випромінювання та енергії його фотонів (рис. 2).

Багаторічні широкомасштабні епідеміологічні дані свідчать, що в теперішній час надлишкова інсоляція природним (сонячним) УФВ є причиною виникнення злоякісних новоутворень – меланоми (шкіри та ока), раку (шкіри, губи, придатків ока).

Рак шкіри. За даними ВООЗ, у світі щороку реєструється біля 2–3 млн випадків захворювання на рак шкіри та близько 130 тис. випадків злоякісних меланом (переважно серед світлошкірого населення). У більшості випадків ці злоякісні новоутворення можуть бути видалені хірургічним шляхом чи лікуються променевою терапією, і рідко закінчуються смертю. Однак

VL	UVA						UVB					UVC
	UVA1			UVA2			320 (315)	310	300	290	280	280-200
>420	390-400	370-380	360	350	340	330	320 (315)	310	300	290	280	280-200
Фотосенсебілізація шкіри (480-290 нм)												
Враження сітківки (420-325 нм)												
UVI _{erythema} (400-280 нм)												
Засмага, без еритеми шкіри (400-330 нм)												
UVI _{DNA damage} (370-256 нм)												
Імуносупресія (340-240 нм)												
Враження кришталика (340-100 нм)												
Генотоксична канцерогенна дія (330-290 нм)												
Еритема шкіри (320-250 нм)												
Синтез вітаміну D ₃ (313-280 нм)												
											Враження рогівки, кон'юнктиви (290-100 нм)	
											Бактерицидний ефект (290-260 нм)	

Рис. 2. Детермінація розвитку патологічних станів у людини, залежно від довжини хвиль УФВ.

щорічно від них помирає 60–70 тис. осіб, переважно внаслідок захворювання на меланому, яка є високо резистентною до променевої та хіміотерапії.

Епідеміологічні дослідження показали, що частота захворювання на рак шкіри має високу кореляцією з широтою, довготою і складом атмосферного повітря, які пов'язані зі ступенем впливу УФВ.

Точні кількісні взаємовідносини «доза — відповідь» для канцерогенезу людської шкіри ще не встановлені, хоча світлошкірі люди, особливо кельтського походження, набагато більше схильні до виникнення раку шкіри. Однак експериментальні дослідження показали, що УФ вплив, необхідний для виникнення пухлин шкірних у тваринних моделях, може

Таблиця 2

Розподіл експонованих УФВ працівників на робочому місці, за галузями економічної діяльності в країнах ЄС (дані CAREX)

Коди за ISIC31	Галузь економічної діяльності	Експоновані на робочому місці		
		Абс. кількість (осіб)	%	Рангове місце
01-05	Сільське господарство, мисливство, лісове господарство, рибальство, та пов'язані з ними послуги	2867842	32,31	1
45	Будівництво	2077273	23,41	2
15-35	Переробна промисловість	859793	9,69	3
75	Громадське управління	737319	8,31	4
60-63	Транспорт	715592	8,06	5
50-52	Оптова та роздрібна торгівля, ресторанний і готельний бізнес	339851	3,83	6
64	Зв'язок	330355	3,72	7
65-67, 70	Фінанси, страхування, нерухоме майно, бізнес	190127	2,14	8
85-90	Охорона здоров'я, санітарія, ветеринарія	172472	1,94	9
91	Соціальне забезпечення, громадські та благодійні організації	163397	1,84	10
40-41	Виробництво електроенергії, видобуток і транспортування води, пару, газу	157577	1,78	11
12-14	Добувна промисловість	107090	1,21	12
92	Культура та рекреаційні послуги	96794	1,09	13
73	Наукові дослідження	33615	0,38	14
95	Приватний бізнес і послуги	25810	0,29	15
Усього		8874907	100,00	-

відбуватись настільки повільно, що еритема не виникає, а відносна ефективність (при довжині хвилі в 302 нм) виникнення раку шкіри є аналогічною до ефективності сонячного світла [27, 35].

Агентство з охорони навколишнього середовища США (EPA USA) прогнозує, що на кожен 1 % виснаження стратосферного озону, буде зростати рівень виникнення раку шкіри: плоскоклітинного – на 2–5 %; базально-клітинного – на 1–3 % [17].

Плоскоклітинний рак шкіри. Існують переконливі епідеміологічні та експериментальні докази причинно-наслідкового зв'язку між впливом УФВ (зокрема, на робочих місцях) із розвитком плоскоклітинного раку шкіри, які включають в себе:

- підвищений ризик захворювання серед пацієнтів зі світлою шкірою й підвищеною її чутливістю до засмаги;
- високу захворюваність серед африканських альбіносів;
- підвищену захворюваність у пацієнтів із пігментними змінами та сухістю шкіри, особливо на відкритих ділянках, що знаходяться під впливом сонячних променів;
- підвищений ризик захворювання серед населення територій із високим рівнем сонячної інсоляції та тривалою роботою на відкритому повітрі;
- зменшенням захворюваності при використанні сонцезахисних кремів;
- підвищений ризик захворювання при наявності доброякісних прекурсорів (сонячного кератозу, веснянок, втраті еластичності шкіри);
- наявність мутацій у гені-супресорі TP53, обумовлених УФВ;
- розвиток експериментального раку після щеплення мишам неонатальної крайньої плоти, тривало обробленої УФВ [13, 29, 31].

Базальноклітинний рак шкіри. Причинно-наслідковий зв'язок між УФВ та виникненням базальноклітинного раку шкіри доведено, однак існують деякі його відмінності від плоскоклітинного раку. Так для нього характерне:

- ризик виникнення раку значно збільшується в пацієнтів із прихильністю до косметичної засмаги, при втраті еластичності шкіри, при наявності веснянок та сонячного кератозу;
- ризик виникнення раку зростає зі зростанням професійного ризику, а також з додатковим тривалим побутовим перебуванням працівників під сонячними променями;

- більш низький ризик спостерігається в тих, хто мігрував в області високого рівня сонячного УФВ з областей із низьким рівнем (у порівнянні з тими, хто народився в областях високого сонячного випромінювання), особливо якщо міграція відбулася протягом перших 10 років життя;
- такий рак більш поширений на ділянках тіла, які з перервами піддаються впливу сонячних променів, а не тільки при постійному впливі на нього (як при плоскоклітинному раку);
- значна частина клітин базальноклітинного раку несуть мутації в гені-супресорі TP53, а також у гені PTCH, з наступною активацією проліферативного SHH-шляху;
- зниження ризику виникнення базальноклітинного раку при використанні сонцезахисних пристроїв та кремів [13, 16].

Рак губи (слизової оболонки, червоної кайми). Існує ряд доказів, що УФВ є однією з причин раку цієї локалізації (разом із тютюнокурінням, зловживанням алкогольними напоями), а саме:

- більшість випадків раку локалізується на нижній губі, яка зазнає більш високих впливів сонячної інсоляції, ніж верхня;
- захворюваність вища серед чоловіків, ніж серед жінок, і вища серед білого населення, ніж серед чорного або азіатського населення;
- захворюваність нижча серед мігрантів із зон з низькою інтенсивністю УФВ у райони з високим рівнем УФВ (порівняно з тими, хто народився в областях із високим УФВ);
- захворюваність вища серед мешканців сільської місцевості, ніж міст;
- захворюваність вища серед осіб, що працюють на відкритому повітрі;
- підвищений ризик виникнення раку губи спостерігається у хворих на плоскоклітинний рак шкіри;
- актинічний хейлоз (схожий на сонячний кератоз), може прогресувати в плоскоклітинний рак губи [25, 30].

Рак переднього відрізка ока (кон'юнктиви, рогівки). Хоча УФВ підтвердило свою мутагенну і канцерогенну природу відносно шкіри, дивним є той факт, що вкрай рідко виникає рак у рогівці і кон'юнктиві. Виявляється, що не існує наукових свідчень зв'язку УФВ експозиції з будь-якими видами раку рогівки або кон'юнктиви в людей, хоча для великої рогатої худоби такий зв'язок встановлено. Це пов'язують із дуже ефективним функціонуванням імунної системи людського ока, хоча УФВ експозицію,

порівнянню з експозицією великої рогатої худоби, отримують саме люди, що працюють на відкритому повітрі. Ця гіпотеза отримує своє підтвердження внаслідок того факту, що в людей, які страждають від порушень імунних реакцій, як при пігментній ксеродермії, часто розвивається рак рогівки і кон'юнктиви [35].

Плоскоклітинний рак рогівки і кон'юнктиви (ПРРК). ПРРК є дуже рідкісним захворюванням, яке пов'язується із впливом УФВ, що частіше за все зустрічається в пацієнтів зі спадковою рецесивною патологією — пігментною ксеродермою, яка характеризується підвищеною чутливістю до світла й дефіцитом репарації ДНК [37]. Також виникнення ПРРК спостерігається в пацієнтів із наступними факторами ризику: світла шкіра (OR = 5,4, 95 % CI 1,1–25,6), наявність в анамнезі раку шкіри (OR = 15,0, 95 % CI 2,0–113,6), схильність до сонячних опіків (OR = 3,8, 95 % CI 0,7–19,7), тривале життя чи праця на відкритому повітрі (OR = 7,5, 95 % CI 1,8–30,6), носіння м'яких контактних лінз, що супроводжується поверхневою епітеліальною дисплазією [18, 24]. Зв'язок між виникненням ПРРК та експозицією УФВ доведено в експериментальних моделях [14].

Меланома шкіри. Існує велика кількість епідеміологічних даних, які доводять причинно-наслідковий зв'язок між експонуванням УФВ та виникненням меланоми шкіри, а саме:

- наявність позитивного зв'язку між рівнем захворюваності на меланому та проживання в більш низьких географічних широтах;
- зниження ризику розвитку меланоми в тих осіб, що мігрували в дитинстві з областей із низьким рівнем УФВ в області з високим її рівнем (порівняно з тими, хто народився в областях із високим рівнем УФВ і до цих пір там проживає);
- переважна локалізація меланоми на відкритих ділянках тіла, які піддаються надмірного впливу сонячних променів;
- кореляція між виникненням меланоми з наявністю веснянок і пігментних невусів;
- кореляція з фотогенними пошкодженнями шкіри, обумовленими сонячними променями (зморшки, сонячний кератоз);
- реєстрація дуже низьких рівнів захворюваності на меланому серед людей із чорною шкірою;
- підвищений ризик захворювання на меланому (RR = 1,5) серед осіб, які протягом життя — тривало перебували на відкритому сонці, і які захоплювались косметичною засмагою [19].

Меланома ока. Епідеміологічні дослідження довели наявність підвищеного ризику розвитку увеальної меланоми в професійних групах, які знаходились під тривалим інтенсивним впливом природного УФВ (OR = 3,0; 95 % CI 1,2–7,8), чи зварювального УФВ (OR = 2,2; 95 % CI 1,3–3,5) на фоні додаткової експозиції амфіболовим азбестом (OR = 2,4; 95 % CI 1,5–3,9) [26, 28, 32]. Визначено, що факторами ризику виникнення увеальної меланоми є також: наявність меланоми шкіри (OR = 2,42; 95 % CI 0,88–6,62), інших видів раку шкіри (OR = 1,52; 95 % CI 0,99–2,35), наявність сімейних випадків очної меланоми (OR = 6,89; 95 % CI 0,70–67,38) та підвищення кількості пігментних плям на спині [33].

Визначено, що факторами, які захищають від виникнення увеальної меланоми є: оливковий або чорний колір шкіри, коричневий колір райдужки, висока стійкість до сонячних опіків, носіння темних окулярів [20].

Канцерогенний ризик під впливом УФВ значно збільшується внаслідок розвитку клітинної *УФВ-обумовленої імуносупресії*. Так, експериментальними та клінічними дослідженнями показано, що надмірна експозиція УФВ є причиною місцевих і системних придушень імунітету — порушень активності НК-клітин, пригнічення клітин, що несуть Th-1 [15].

Проведеним дослідженням на базі Кримського республіканського НДІ фізичних методів лікування і медичної кліматології імені І. М. Сеченова було визначено, що УФ-фотогенна пероксидація, яка розвивається пропорційно експозиційній дозі УФО, призводить до падіння проникності клітинних мембран, пригнічення їхніх транспортних систем і загального метаболізму клітин, що є фактором ризику розвитку прямої фотодеструкції, пригнічення клітинного циклу та запуску УФ-індукованого апоптозу в лімфоцитах. При цьому формується специфічний стан місцевого імунітету, який характеризується на першій фазі локальною неспецифічною імуносупресією, що далі генералізується й трансформується в системну. Неспецифічна імуносупресія опосередковується фотомодифікаційними процесами в епітеліальних тканинах із формуванням супресивного і протизапального цитокинового профілю.

Імуносупресія від УФВ спостерігається при дозах опромінення > 5,6 кДж/м² і може піддаватися інгібуючій корекції шляхом модифікації фотоіндукованих пероксидаційних процесів за допомогою анти-

оксидантних препаратів (вітаміни С, Е) чи шляхом підвищеного надходження вітамінів-антиоксидантів із харчовими продуктами [7].

Внаслідок такої клітинної імунодепресії відбувається і *активація латентних вірусних інфекцій*, у тому числі тих, що відносяться до біологічних канцерогенних агентів I групи (за IARC) – вірусів герпесу та цитомегаловірусу, папіломовірусів, особливо серед пацієнтів із наявним фоновим імунodefіцитом та пацієнтів, які знаходяться на терапії імунодепресантами [40].

Профілактика шкідливого впливу на людину природного УФВ. Вимірювання та моніторинг УФВ. У зв'язку з великою залежністю біологічних ефектів УФВ від довжини хвилі, головною характеристикою джерел цього випромінювання є потужність спектра або спектральний розподіл освітлення, що можуть вимірюватись спектродіаметром. У багатьох реальних ситуаціях для визначення безпечної тривалості експозиції людини УФВ застосовують *широкодіапазонний УФВ-метр*. Також можуть застосовуватись персональні *УФ-дозиметри*, однак їхнє застосування було обмежено більше сферою професійної безпеки, ніж сферою оцінки небезпеки [35].

У 1995 році, у рамках реалізації програми «*INTERSUN*», для контролю за безпекою населення щодо УФВ було розроблено та опубліковано «*Глобальний сонячний УФ-індекс*», що став важливим інструментом для підвищення інформованості громадськості про ризики надмірного впливу УФ-випромінювання і необхідність прийняття захисних заходів.

УФ-індекс (УФІ чи IUV) характеризує рівень сонячної УФ радіації, що приходить на горизонтальну площадку земної поверхні, і викликає мінімальну еритему на шкірі людини. Тобто, УФІ є кількісною характеристикою добової експозиційної дози УФВ.

За рекомендацією Міжнародної організації з освітлення (International Commission on Illumination – CIE), УФІ виражається цілим позитивним числом і є безрозмірною величиною, і розраховується за формулою (ISO 17166:1999/CIES 007/E-1998):

$$I_{UV} = k_{er} \cdot \int_{250 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot s_{er}(\lambda) d\lambda,$$

де: E_{λ} – інтенсивність приземної сонячної радіації (спектральна щільність енергетичної освітленості) з довжиною хвилі λ (Вт/(м² · нм¹));

$s_{er}(\lambda)$ – коефіцієнт еритемного впливу УФВ з довжиною хвилі λ на шкіру людини;

k_{er} – спектр еритемної дії, затверджений Міжнародною комісією з освітленості (CIE) (константа – 40,0 м²/Вт).

У багатьох країнах у засобах масової інформації метеорологічними службами представляється інформація щодо поточного та прогнозованого рівнів УФІ (на час дня, у який він є максимальним). Також УФ-індекс є ключовим показником, на основі якого приймаються управлінські рекомендації з профілактики захворювань населення, які пов'язані з УФВ (раку та меланоми шкіри, уражень очей тощо). Основним напрямом у оцінці експозиції працюючих природним УФВ є визначення еритемного УФ-індексу (400–280 нм) [23, 27].

Враховуючи наукові дані щодо формування ризику виникнення злоякісних новоутворень суберитемними експозиціями UV-A2, UV-B, доцільним є визначення необхідності використання для оцінки канцерогенного ризику показників специфічних УФ-індексів – «прямого пошкодження ДНК» (370–256 нм) та «генотоксичної дії» (330–290 нм), і створення на їхній основі системи індивідуальної та колективної (популяційної) дозиметрії й гігієнічного нормування умов праці.

Заходи професійного захисту. Для захисту працівників від шкідливої дії природного УФВ використовують наступні заходи: 1) захист часом, 2) захист екрануванням, 3) використання засобів індивідуального захисту.

Професійна експозиція працівників УФВ повинна бути мінімізована там, де це можливо. Також необхідні добре розроблені та реалізовані заходи технічного захисту, інженерно-адміністративного контролю та інформування працівників про небезпеку, необхідність використання ними засобів індивідуального захисту, які можуть значно знизити до мінімуму ризику ураження УФВ [38].

При можливій тривалій експозиції природними УФВ працюючих роботодавці повинні вжити заходів для їх захисту:

- уникати, коли це можливо, проведення зовнішніх робіт з 10.00 до 15.00 години за сонячним часом, коли інтенсивність УФВ є найбільшою;
- забезпечити затінення робочої зони;
- забезпечувати працівників сонцезахисним одягом, окулярами з УФ-фільтром, сонцезахисними кремами (з SPF не менше ніж 15 од.) – у достатній кількості;

- використовувати перерву в роботі працівників, розміщуючи їх у приміщенні чи під затіненим місцем відпочинку;
- здійснювати навчання працівників з питань безпеки УФВ – ризики для здоров'я, ознаки зумовлених ним захворювань, методи профілактики.

Працівники повинні слідувати рекомендаціям, щоб захистити себе від УФ-пошкоджень:

- використовувати сонцезахисний одяг (вільний, із світлої тканини) та носити широкополі капелюхи (які затіняють зону обличчя, вух, шиї);
- застосовувати сонцезахисний крем з SPF не менше 15 од. (із розрахунку 30 мл на одне нанесення, 120 мл на робочу зміну) за 20 хв до виходу на сонце та кожні наступні 2 год (а також після сильного потіння та змивання водою), наносячи його на відкриті ділянки тіла в достатній кількості – обличчя, губи, шию, вуха, руки, стопи, спину. SPF (sun protection factor) означає кількість часу впродовж якого особа буде захищена від сонячного опіку (SPF-15 дозволить людині залишатись під сонячною інсоляцією в 15 разів довше, ніж вона зазвичай були б у змозі залишитися без опіків шкіри від UVA);
- застосовувати сонцезахисні окуляри з 100 % УФ-захистом [39].

Санітарні норми та правила. До теперішнього часу науково обґрунтовано допустимі рівні для УФВ у виробничих приміщеннях та розроблено рекомендації для використання УФ в умовах фотаріїв (лампи типу ЛЕ-30, «лампи чорного світла»). Мінімальна еритемна доза (МЕД) (біодоза) UVB від штучних джерел, яка розраховується, виходячи з його гранично допустимого рівня для восьмигодинного робочого дня у виробничих приміщеннях, становить приблизно – 30 мДж/см². В умовах профілактичних фотаріїв 1 МЕД становить – 28,8 мДж/см² (80 мер · рік/м²) [6]. МЕД розраховується за формулою [8]:

$$\text{МЕД (Вт} \cdot \text{с/м}^2; \text{Дж/м}^2) = Q (\text{Вт/м}^2) \cdot t (\text{с}),$$

де: Q – інтенсивність потоку опромінення (Вт/м²);
t – час опромінення (с).

На території України діють нормативно-правові документи, які регламентують експонування населення та працюючих УФВ (табл. 3). Однак жодний із них не регламентує безпеку природного УФВ в умовах його професійного впливу.

Відповідно до «Санітарних норм ультрафіолетового излучения в производственных помещениях», затверджених Головним державним санітарним лікарем СРСР 23 лютого 1988 року № 4557-88,

Таблиця 3

Діючі на території України санітарні норми, правила, методичні вказівки щодо регламентації впливу УФВ на людину

Рік введення	Нормативний документ
1974	Указания к проектированию и эксплуатации установок искусственного ультрафиолетового облучения на промышленных предприятиях № 1158-74
1976	ГН 1432-76 «Гигиенические требования к проектированию облучательных ультрафиолетовых установок и правила их эксплуатации на судах морского, речного и промыслового флота»
1978	ГН 1854-78 «Гигиенические требования к конструированию и эксплуатации установок с искусственными источниками ультрафиолетового излучения для люминисцентного контроля качества промышленных изделий»
1988	СН 4557-88 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях»
1989	МУ 5046-89. Методические указания «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей»
2001	ДСУ «Безпека побутових та аналогічних електричних приладів. Додаткові вимоги до приладів ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання для догляду за шкірою»
2003	НСУ «Засоби індивідуального захисту очей. Фільтри для захисту від ультрафіолетового випромінювання. Вимоги до пропускання та рекомендації щодо використання (EN 170:1992, IDT)»
2007	Настанова «Характеристики ультрафіолетового випромінювання джерел медичного призначення. Методика виконання вимірювань (РМГ 71-2003, IDT)»
2008	Настанова «Характеристики ультрафіолетового випромінювання бактерицидних опромінювачів. Методика виконання вимірювань (РМГ 70-2003, IDT)» (2008)
2010	НУ «Інтегральні характеристики ультрафіолетового випромінювання в охороні праці. Методика виконання вимірювання (РМГ 77-2005, IDT)»
2010	НСУ «Будівельні матеріали. Методи випробувань скла в будівництві. Визначення світлопропускання, прямого сонячного пропускання, загального пропускання сонячної енергії, ультрафіолетового пропускання та відповідних параметрів скління (ISO 9050:2003, IDT)» (2010)

встановлені норми експозиції УФВ, у залежності від довжини його хвилі, що наведені в таблиці 4. На промислових підприємствах доза УФ-опромінування не повинна перевищувати максимальну добову дозу – 60 мер/м² для УФВ з довжиною хвилі понад 280 нм (1 ер – це видимий потік, який відповідає потоку випромінювання з довжиною хвилі 297 нм і потужністю 1 Вт).

Відповідно до ДСУ «Безпека побутових та аналогічних електричних приладів. Додаткові вимоги до приладів ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання для догляду за шкірою» (ІЕС 60335-2-27:1995) (2001 р.), допустимі рівні УФВ наведено в таблиці 5.

На відміну від ртутних, ксенонових та інших джерел УФВ, сонячне випромінювання має іншу природу, у його спектрі тільки до 6 % припадає на УФВ (UVA – 94 %, UVB – 6 %), а інша енергія розподілена приблизно порівну між видимою (400–760 нм) та інфрачервоною (760–5000 нм) областями спектра [21, 22].

При цьому інтегральна інтенсивність сонячного випромінювання в літній полудень у багато разів перевищує інтегральну інтенсивність більшості штучних джерел УФ на робочих місцях і в фотаріях. Тому дані досліджень МЕД при впливі сонячного опромінення виявляють досить велику її варіабельність, яка певним чином залежить від багатьох причин: інтенсивності й спектральних складових соняч-

ного УФ, тривалості експозиції, індивідуальної чутливості організму (фототип шкіри по Fitzpatrick, стан здоров'я тощо) [19].

Перші спроби гігієнічного нормування природного УФВ на робочому місці зробив В. І. Кричагин, який запропонував нормування УФ-опромінення за мінімальною еритемною дозою й мінімальною дозою УФВ, що забезпечує потреби організму в синтезі вітаміну D₃. Як допустимий рівень пропонувалось – 1/4 – 1/8 МЕД (0,34 – 0,35 Вм/м² · год.). Однак у гігієнічній практиці ці величини не знайшли свого використання [5, 10].

За дослідженнями Kimlin і Parisi (1999 р.), середньостатистична МЕД для світлої шкіри при одноденній експозиції на полуденному сонці (Австралія) становить 34 мДж/см², а при десятигодинній експозиції – 90 мДж/см²; Diffey et al. вважають за середнє значення МЕД для УФВ 300 нм – 34 мДж/см², а Bagha E. et al. (1996 р.) – 99 мДж/см² [34]. Сучасні експериментальні дані, отримані Л. А. Гвозденко та співавт., вказують, що безпечна доза сонячного УФВ упродовж цілодобового перебування на відкритому повітрі (при 35,0 – 65,0 мДж/см²) повинна становити: UVA – не більше 32,7 Вт/м²; UVB – до 1,3 Вт/м² [8].

Дотепер в Україні визначення небезпеки УФВ на робочому місці здійснюється відповідно до Гігієнічного нормативу (ГН) «Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небез-

Таблиця 4

Експозиційні норми УФВ для працюючих у виробничих приміщеннях

УФВ	Допустимі рівні опромінення УФ		
	Незахищені ділянки шкіри до 0,2 м ² (обличчя, шкіра, кисті рук тощо), період опромінення – до 5 хв, довжина пауз між ними – 30 хв, загальна тривалість впливу за зміну – до 60 хв	Незахищені ділянки шкіри до 0,2 м ² (обличчя, шкіра, кисті рук тощо), загальна тривалість опромінення – 50 % робочої зміни, тривалість однократного опромінення – більше 5 хв	Використання спеціального одягу та засобів захисту обличчя і рук, що не пропускають УФВ (шкіра, тканини, покриті плівкою)
UVA, Вт/м ²	50,0	10,0	–
UVB, Вт/м ²	0,05	0,01	1,0
UVC, Вт/м ²	0,001	0,0	

Таблиця 5

Експозиційні норми УФВ у побуті

УФВ	Вироби побутового призначення	Випромінювання від екранів телевізорів, відеомоніторів, осцилографів вимірювальних та інших приладів	Люмінесцентні лампи	Вироби, що генерують УФВ
UVA, Вт/м ²	10,0	0,1	0,03	1,0
UVB, Вт/м ²	1,9	0,0001	0,0	0,05
UVC, Вт/м ²	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблиця 6

Класифікація умов праці при експозиції працівників УФВ

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці					Небезпечний (екстремальний) 4
	Допустимий 2	Шкідливий – 3				
		1 ступінь 3.1	2 ступінь 3.2	3 ступінь 3.3	4 ступінь 3.4	
Ультрафіолетова радіація (опроміненість ($E_{уф}$), Вт/м ²)	норма	$E_{уф} > E_{уфн} *$	–	–	–	–

Примітка. * $E_{уфн}$ – нормоване значення УФВ.

Таблиця 7

Перелік захворювань, які пов'язані з впливом на працюючого УФВ і що можуть бути визнані в Україні

Патологія (код МКХ-10)	Перелік виробництв та робіт, що виконуються на них
Електрофтальмія (H16.1)	Роботи в умовах інтенсивного ультрафіолетового випромінювання (газоелектрозварювання тощо)
Катаракта (H26.8)	Пов'язані з впливом неіонізуючих випромінювань
Пухлини шкіри: епітеліоми (у тому числі базаліома), рак (C44)	Роботи з ультрафіолетовим випромінюванням, у тому числі сільськогосподарські роботи і роботи на риболовецьких суднах

печності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (Наказ МОЗ України від 31.12.1997 р. № 382). Так, відповідно до цього ГН (табл. 6 – «Класи умов праці в залежності від параметрів світлового середовища виробничих приміщень (для постійних робочих місць)»), умови праці за впливом на працюючих УФВ визначаються відповідно до таблиці 6. Тобто, в Україні за впливом на працюючого УФВ на робочому місці передбачено лише відокремлення шкідливих умов праці (3 клас) 1 ступеня (3.1): «умови праці, що характеризуються такими відхиленнями від гігієнічних нормативів, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань та найчастіше сприяють зростанню захворюваності з тимчасовою втратою працездатності», тобто, враховуються лише ефекти, які можуть бути спричинені УФВ. У той самий час, це не відповідає реальним науковим фактам про те, що УФВ може мати віддалені наслідки до здоров'я працюючого, які можуть призвести до виникнення хронічного професійного захворювання, інвалідності та смерті (ступені – 3.2–3.4). Тобто, діюча «Гігієнічна класифікація праці...» не відповідає сучасним науковим уявленням про безпеку експонування працівників УФВ, і потребує своєї доробки.

До діючого в Україні «Переліку професійних захворювань» (наказ МОЗ України, Мінсоцзахист України, Мінпраці України від 02.02.95 р. № 23/36/9) віднесені наступні хвороби, що можуть бути спричинені

експонуванням УФВ на робочому місці: електрофтальмія, катаракта, рак шкіри (табл. 7).

При цьому такі захворювання як меланома шкіри, судинної оболонки ока, рак губи, рогики, кон'юнктиви, для яких етіологічний вплив УФВ доведено науковими дослідженнями, не можуть бути віднесені до професійних. Тобто, діючий «Перелік професійних захворювань» не відповідає сучасним науковим уявленням про безпеку експонування працівників УФВ, і також потребує своєї доробки.

Висновки

До теперішнього часу в Україні існує значна кількість невирішених наукових питань з: моніторингу та прогнозування річних, сезонних та щоденних експозиційних рівнів УФВ при різних геліофізичних ситуаціях; кількісної оцінки індивідуальних та популяційних ризиків для здоров'я та виникнення виробничо-зумовленої патології в працюючих при надлишковій їх експозиції природним УФВ; а також відсутні системні профілактичні заходи, спрямовані на тривало працюючих на відкритому повітрі (сільське господарство, будівництво).

Усе вищенаведене визначає актуальність проведення подальших наукових досліджень, метою яких повинно стати – розробка науково-обґрунтованої системи профілактики виробничо-зумовленої онкологічної патології серед працівників, що зазнають

надлишкової експозиції природним УФВ випромінюванням на робочому місці, що дозволить:

- 1) встановити рівні, фактори та професійні групи високого ризику виникнення виробничо-зумовленої онкологічної патології серед працівників, які зазнають надлишкової експозиції на робочому місці природним УФВ;
- 2) створити методику прогнозування виробничих канцерогенних ризиків, спричинених природним УФВ, на підставі оцінки поточних параметрів геліофізичного стану (УФ-індекси; товщина

стратосферного шару озону за даними наземних та космічних спостережень) та біологічної схильності до патології (за фототипом шкіри);

- 3) розробити систему профілактичних заходів, спрямованих на попередження виробничо-зумовленої онкологічної патології, спричиненої надлишковою експозицією природним УФВ;
- 4) внести доповнення до діючих нормативно-правових документів – «Гігієнічна класифікація умов праці...», «Перелік професійних захворювань» тощо.

Література

1. Ананьев Л. Б. Особенности распределения общего содержания озона на территории России по данным ИСЗ (2005–2009 гг.) и их использование для оценки опасности ультрафиолетовой облученности / Л. Б. Ананьев, И. Н. Кузнецова, М. И. Нахаев // Тр. Гидрометцентр. России: Физика атмосферы и прогноз погоды.– 2010.– Вып. 344.– С. 214–226.
2. Білокриницька Л. М. Діагностування стану та довготермінових змін озонного шару за даними космічних спостережень: Автореф. дис... канд. фіз.-мат. наук: 04.00.22 / Л. М. Білокриницька; Нац. ун-т ім. Т. Шевченка.– К., 2005.– 24 с.
3. Бокша В. Г. Справочник по климатотерапии / В. Г. Бокша.– К.: Здоровье, 1989.– 204 с.
4. Борковский Н. Б. Автоматизированная система оперативного прогноза состояния озонового слоя и ультрафиолетового индекса над Республикой Беларусь / Н. Б. Борковский, В. А. Иванюкович // Современные информационные компьютерные технологии.– 2010.– Доступ на сайте: <http://mcit2010.mf.grsu.by/user/199>.
5. Галинин Н. Ф. Лучистая энергия и ее гигиеническое значение / Н. Ф. Галинин.– Л.: Медицина, 1969.– 182 с.
6. Гончарук Є. Г. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни / Є. Г. Гончарук, Ю. І. Кундієв, В. Г. Бардов.– Київ: Вища школа, 1995.– С. 207–236.
7. Горлов О. О. Імуно-біохімічні аспекти ефективного використання ультрафіолету в клінічній практиці (експериментально-клінічне дослідження): Автореф. дис... д-ра мед. наук: 14.01.33 / О. О. Горлов; Кримський республіканський НДІ фізичних методів лікування і медичної кліматології ім. І. М. Сеченова.– Ялта, 2002.– 37 с.
8. Індивідуальні особливості реакцій організму людини на дію ультрафіолетового випромінювання / Л. А. Гвозденко, В. І. Назаренко, І. М. Чердиченко, О. О. Посільський // Укр. журн. з пробл. медицини праці.– 2008.– № 1.– С. 3–8.
9. К вопросу определения биодозы солнечного ультрафиолета / В. І. Назаренко, Л. А. Гвозденко, І. М. Чердиченко [та ін.] // Мед. труда и пром. экол.– № 10.– 2004.– С. 31–35.
10. Кричагин В. И. Нормирование УФ лучей, применяемых в профилактических целях // Ультрафиолетовое излучение.– М, 1958.– С. 208–213.
11. Курик М. Людина й ультрафіолет / М. Курик: ред. В. Козирський.– К.: Рада, 2003.– 127 с.
12. Озонный щит Земли и его изменения / Э. Л. Александров, Ю. А. Израэль, И. Л. Кароль, А. Х. Хргиан.– СПб: Гидрометиздат, 1992.– 288 с.
13. Armstrong B. K. The epidemiology of UV induced skin cancer / B. K. Armstrong, A. Kricger // J. Photochem. Photobiol.– 2001.– V. 63, № 1–3.– P. 8–18.
14. Cellular origins of ultraviolet radiation-induced corneal tumours in the grey, short-tailed South American opossum (*Monodelphis domestica*) / D. F. Kusewitt, G. B. Hubbard, A. R. Warbritton [et al.] // J. Comparat. Pathology.– 2000.– V. 123, № 2–3.– P. 88–95.
15. Clydesdale G. J. Ultraviolet light induced injury: immunological and inflammatory effects / G. J. Clydesdale, G. W. Dandie, H. K. Muller // Immun. Cell Biology.– 2001.– V. 79, № 6.– P. 547–568.
16. de Gruijl F. R. UV-induced DNA damage, repair, mutations and oncogenic pathways in skin cancer / F. R. de Gruijl, H. J. van Kranen, L. H. Mullenders // J. Photochem. Photobiol.– 2001.– V. 63, № 1–3.– P. 19–27.
17. Don't Let the Sun Spot You / University of Missouri and Lincoln University.– 2011.– Available at: <http://www.nasdonline.org/document/1311/d001111/don-039-t-let-the-sun-spot-you.html>.
18. Effect of ambient solar ultraviolet radiation on incidence of squamous-cell carcinoma of the eye / R. Newton, J. Ferlay, G. Reeves, V. Beral [et al.] // Lancet.– 1996.– V. 347, № 9013.– P. 1450–1451.
19. Environmental Health Criteria 160 – Ultraviolet radiation / WHO.– Geneva, WHO, 1994.– 353 p.– Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc160.htm>.
20. Eye color and cutaneous nevi predict risk of ocular melanoma in Australia / C. M. Vajdic, A. Kricger, M. Giblin, J. McKenzie // Int. J. Canc.– 2001.– № 92.– P. 906–912.
21. Frederick J.E. Solar ultraviolet radiation at the earth's surface / J. E. Frederick, H. E. Snell, E. K. Haywood // Photochem. Photobiol.– 1989.– V. 50.– P. 443–450.
22. Frederick J. E. Trends in atmospheric ozone and ultraviolet radiation: mechanisms and observations for the Northern Hemisphere / J. E. Frederick // Photochem. Photobiol.– 1990.– V. 51.– P. 757–763.

23. Global Solar UV Index – a practical guide. Joint recommendation of WHO, WMO, UNEP, ICNIRP.– Geneva, WHO 2002.– Available at: <http://www.who.int/uv/publications/en/UVIGuide.pdf>.

24. Guex-Crosier Y. Presumed corneal intraepithelial neoplasia associated with contact lens wear and intense ultraviolet light exposure / Y. Guex-Crosier, C. P. Herbort // Brit. J. Ophthalmol.– 1993.– V. 77, № 3.– P. 191–192.

25. Incidence of invasive cancers following squamous cell skin cancer / F. Levi, L. Randimbison, C. La Vecchia, G. Erler [et al.] // Am. J. Epidemiol.– 1997.– V. 146, № 9.– P. 734–739.

26. Intermittent and chronic ultraviolet light exposure and uveal melanoma: a metaanalysis / C. P. Shah, E. Weis, M. Lajous, J.A. Shields [et al.] // Ophthalmol.– 2005.– V. 112, № 9.– P. 1599–1607.

27. INTERSUN: The Global UV Project A Guide and Compendium. To reduce the burden of disease resulting from exposure to UV radiation while enjoying the sun safely / REHUPHE, WHO.– Geneva, WHO, 2003.– 19 p.

28. Intraocular melanoma linked to occupations and chemical exposures / E. A. Holly, D. A. Aston, D. K. Ahn, A.H. Smith // Epidemiol.– 1996.– V. 7, № 1.– P. 55–61.

29. Kricker A. Sun exposure and non-melanocytic skin cancer / A. Kricker, B. K. Armstrong, D. R. English // Canc. Caus. Contr.– 1994.– V. 5, № 4.– P. 367–392.

30. Main J. H. Actinic cheilitis and carcinoma of the lip / J. H. Main, M. Pavone // J. Canad. Dental Assoc.– 1994.– V. 60, № 2.– P. 113–116.

31. Marks R. An overview of skin cancers. Incidence and causation / R. Marks // Cancer.– 1995.– V. 75, Suppl. 2.– P. 607–612.

32. Occupational risk factors, ultraviolet radiation, and ocular melanoma: a case-control study in France / P. Guenel, L. Laforest, D. Cyr, J. Fevotte [et al.] // Canc. Caus. Contr.– 2001.– V. 12, № 5.– P. 451–459.

33. Pane A. R. Ultraviolet light exposure as a risk factor for ocular melanoma in Queensland, Australia / A. R. Pane, L. W. Hirst // Ophthalm. Epidemiol.– 2000.– V. 7, № 3.– P. 159–167.

34. Parisi A. Actinic ultraviolet exposures to humans assessed with a dosimetric technique / A. Parisi, J. Wong // Int. J. Env. Heal. Res.– 1999.– V. 9.– P. 277–284.

35. Sliney D. H. Ультрафіолетове излучение / D. H. Sliney // Энциклопедия по охране и безопасности труда / МОТ.– Доступ на сайте: <http://base.safework.ru>.

36. Solar Ultraviolet Radiation: Global burden of disease from solar ultraviolet radiation / R. Lucas, T. McMichael, W. Smith, B. Armstrong / WHO.– Geneva, WHO, 2006.– 250 p.

37. Sun E. C. Epidemiology of squamous cell conjunctival cancer / E. C. Sun, T. Fears, J. J. Goedert // Canc. Epid. Biomark. Prevent.– 1997.– V. 6, № 2.– P. 73–77.

38. Ultraviolet radiation as a hazard in the workplace. Information about the occupational health risks of UV / WHO.– Geneva, WHO.– Available at: http://www.who.int/uv/occupational_risk.pdf.

39. UV radiation / CDC USA; NIOSH.– 2011.– Available at: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/uvradiation>.

40. Vermeer B. J. The clinical relevance of immunosuppression by UV irradiation / B. J. Vermeer, M. Hurks // J. Photochem. Photobiol.– 1994.– V. 24, № 3.– P. 149–154.

Салюков А. А., Варивончик Д. В.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННЫМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

Определены неразрешенные ключевые научные вопросы по оценке и снижению уровней производственной канцерогенной опасности, вызванной естественным (солнечным) ультрафиолетовым излучением (УФИ). Намечены перспективные направления первичной профилактики производственно-обусловленных злокачественных новообразований кожи и глаза, вызванные избыточной экспозицией работающих УФИ.

Ключевые слова: канцерогенная опасность, солнечное ультрафиолетовое излучение, работающие, профилактика

Salyukov A. O., Varyvonchik D. V.

ASSESSMENT OF WORK-RELATED CARCINOGENIC HAZARD, CAUSED BY NATURAL ULTRAVIOLET RADIATION

SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

The unsolved key scientific problems have been defined on the assessment and decrease of levels of work-related carcinogenic hazard, caused by natural (solar) ultra-violet radiation (UV). The perspective directions have been outlined on prevention of work-related skin and eyes tumors, caused by the excess exposure of workers to UV.

Key words: carcinogenic hazard, solar ultraviolet radiation, workers, prevention

Надійшла: 01.02.2012 р.

Контактна особа: Варивончик Денис Віталійович, д-р мед. наук, завідувач лабораторією канцерогенної небезпеки та профілактики професійного раку, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського, 75, м. Київ, 01033. Тел.: (44) 289-47-77. E-mail: dv7@ukr.net.