

ERYTHEMATOUS DOSE AS ONE OF THE CRITERIA OF THE HYGIENIC REGULATION OF INSOLATION

Akimenko V.Ya., Steblii N.N.

ЕРИТЕМНА ДОЗА ЯК ОДИН ІЗ КРИТЕРІЇВ ГІГІЄНІЧНОЇ РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ІНСОЛЯЦІЇ

Тривалість опромінення житлових приміщень прямими сонячними променями є важливим критерієм санітарно-епідеміологічної оцінки якості житла. На території колишнього СРСР цей фактор регламентується з 1963 року санітарними нормами СН 427-63. З того часу нормативи інсоляції під тиском не санітарно-епідеміологічних обґрунтувань, а соціально-економічних чинників неодноразово змінювалися [1]. Основним аргументом гігієністів з обґрунтування нормативної тривалості інсоляції прийнято бактерицидну дію ультрафіолетової складової сонячного випромінювання [2]. У зв'язку з тим, що бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання (УФВ) визначається дозою, ряд дослідників вважає за необхідне змінити критерій тривалості інсоляції на дозу опромінення повітря і поверхонь приміщення [3, 4].

Станіслав Дарула та співавтори [5], проаналізувавши стан нормативного та законодавчого забезпечення інсоляції житлових і громадських будинків у 10 країнах ЄС, показали, що нормативна тривалість інсоля-

ції у різних країнах коливається від 1 до 5 годин. І це не дивно, бо залучені до аналізу країни розташовані у різних широтах і різних сонячно-кліматичних умовах. Незважаючи на те, що нормативи інсоляції житлових і громадських будинків у багатьох країнах ЄС введені у дію після 2000 року, робота з удосконалення їх визначається пріоритетною.

В Україні нормативний документ СН № 2605-82 діяв з 1982 року до моменту його скасування Розпорядженням КМ України від 20.01.2016 р. № 94-р. Хоча треба відзначити, що у ДБН В.2.5-28-2006 та інших документах Мінрегіону України (ДБН В 2.2-15-2005, ДБН В.2.2-10-2001) вимоги з інсоляції житла і лікувально-профілактичних установ діють.

Сучасні уявлення про дію сонячних променів, особливо їхньої ультрафіолетової складової, на людину та інші живі організми суттєво змінилися [6]. Практично загальноприйнятим стало використання біоеквівалентності при вивченні біологічної активності УФВ, у тому числі і при визначенні ризиків, які несе цей фактор для здоров'я людини [7]. Біологічна дія УФВ у діапазоні довжин хвиль 200-400 нм відрізняється на порядки. Мабуть тому регламентація інсоляції з однаковою тривалістю у різні інтервали світлового дня розглядається науково недостатньо обґрунтованою [1, 4, 8].

Мета роботи. Викладене вище спонукало дати гігієнічну

**АКИМЕНКО В.Я.,
СТЕБЛІЙ Н.М.**

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

УДК 613.5:613.165

Ключові слова: інсоляція, ультрафіолетове випромінювання, мінімальна еритемна доза, гігієнічна регламентація, бактерицидна дія.

ЭРИТЕМНАЯ ДОЗА КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ИНСОЛЯЦИИ

Акимоенко В.Я., Стеблій Н.Н.

ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

Цель работы: дать гигиеническую оценку ультрафиолетовой составляющей инсоляции жилища и разработать рекомендации по совершенствованию нормативов инсоляции на основании дозного подхода.

Материалы и методы. Проанализированы нормативные документы стран ЕС и бывшего СССР по гигиенической регламентации инсоляции в жилых и общественных зданиях. Исследована динамика интенсивности ультрафиолетового излучения Солнца в диапазонах А и В на протяжении светового дня. Согласно стандарту ISO 17166 рассчитаны почасовые MED (минимальные эритемные дозы) ультрафиолетовой составляющей инсоляции в диапазонах А и В светового дня.

Результаты исследований. Предложена двухчасовая инсоляция через час после восхода

Солнца для определенной географической широты на 22 марта принимать как минимально необходимую длительность инсоляции жилых помещений. В работе приводятся результаты исследования с помощью широкополосного радиометра УФР 21 интенсивностей УФИ в диапазонах А и В на протяжении светового дня.

Рассчитанная согласно стандарту ISO 17166 динамика изменения величин MED подвочасовыми интервалами инсоляции на протяжении светового дня для географических широт Украины.

Выводы. С учетом величины минимальной эритемной дозы за двухчасовую минимально необходимую длительность инсоляции жилища рассчитано время возможной коррекции нормативов инсоляции жилища при ориентации светлопроема расчетного помещения на румбы, при которых высота стояния Солнца на географических широтах Украины (от 44° с.ш. до 52° с.ш.) будет более 9°42' - 10°42'.

Ключевые слова: инсоляция, ультрафиолетовое излучение, минимальная эритемная доза, гигиеническая регламентация, бактерицидное действие.

© Акимоенко В.Я., Стеблій Н.М. СТАТТЯ, 2018.

№ 1 2018 ENVIRONMENT & HEALTH 26

оцінку ультрафіолетової складової інсоляції житлових приміщень і розробити рекомендації з удосконалення нормативів інсоляції на базі дозного підходу.

Для досягнення цієї мети нам необхідно було вирішити такі задачі:

□ дослідити динаміку рівнів УФВ сонця на горизонтальній поверхні;

□ розрахувати дозу ультрафіолетового опромінення у приміщенні (при відкритому вікні) за різної тривалості інсоляції у різний час світлового дня;

□ розробити рекомендації з удосконалення нормативів інсоляції житлових приміщень на базі дозного підходу.

Матеріали та методи досліджень. Нормативна тривалість інсоляції житлових приміщень СН № 2605-82 регламентується у діапазоні 2-3 годин за «загальнооздоровчою, психофізіологічною, бактерицидною і тепловою дією», при цьому «початком і кінцем відліку тривалості інсоляції вважаються сонячні промені після 1 години з моменту його сходу або за 1 годину до його заходу» (у документі наголошується, що лише таке проміння містить усі необхідні «біологічні оздоровчі характеристики». На жаль, у період розробки цього документу не було практики наводити перелік інформаційних джерел, які лягли в основу такого нормування.

Із публікацій того періоду заслуговує на увагу стаття В.К. Белікової [2], яка фактично донині слугує науковим обґрунтуванням бактерицидної дії довгохвильового ультрафіолетового випромінювання сонця, яке проникає через скло у приміщення. 3-годинну тривалість інсоляції В.К. Белікова рекомендувала визнати мінімально необхідною. Проте стаття не дає можливості судити про отримані безпосередньо культурами білого стафілококу і мишиного тифу дози ультрафіолетового опромінення. У своїй роботі автор не змогла відокремити лише вплив УФВ на обрані культури бактерій.

Зміна вірулентності опромінених бактерій білого стафілококу та мишиного тифу визначалася методом підшкірного введення культури кролям і білим мишам на обмеженій кількості тварин і не підкріплена

статистичною достовірністю.

Треба відзначити, що зараз для визначення бактерицидної дії УФВ рекомендовано не лише певний вид бактерій, але й їхній штаб.

Згідно з Технормативом Р 3.5.1904-04 бактерицидну дію має УФВ у діапазоні довжин хвиль 205-315 нм, яка проявляється деструктивно-модифікуючим фотохімічним руйнуванням ДНК клітинного ядра мікроорганізму. Мікроорганізми належать до кумулятивних фотобіологічних приймачів, і бактерицидний ефект визначається дозою, але нелінійність чутливості мікроорганізмів обмежує можливості варіації рівнем і часом експозиції УФВ у межах не більше 5-разового перевищення окремих складових доз.

Технорматив РФ Р3.5.1904-04 рекомендує для досягнення мінімальної бактерицидної ефективності у 90% (за золотистим стафілококом) мати об'ємну ефективну дозу не менше 130 Дж/м³.

У ГОСТ Р 8.760-2011 вказано, що спектральний коефіцієнт відносної бактерицидної ефективності ультрафіолетового випромінювання величиною 1.0 припадає на довжину хвилі 265 нм у діапазоні 200-315 нм, на порядки зменшуючись як у бік 200 нм, так і у бік 315 нм. Водночас джерела інформації [6, 9], які заслуговують на довіру, вказують, що до Землі доходить лише УФВ з довжиною хвилі понад 290 нм, а у приміщення через скло проникає УФВ з довжиною хвилі понад 315-320 нм. Як бачимо, виникають сумніви щодо бактерицидної дії ультрафіолетової складової інсоляції. Мабуть, з цієї причини у фундаментальному документі ВООЗ № 160 взагалі не йдеться про бактерицидну дію УФВ Сонця. А еритемний ефект УФВ Сонця є об'єктивною реальністю і



ФАКТОРИ ДОВКІЛЛЯ І ЗДОРОВ'Я

визнається усіма дослідниками. Правда, дискусії щодо пороговості дії УФВ у різних діапазонах частот і у людей з різною шкірою продовжуються (Fitzpatrick T.B., Pathak M.A., Harber L.C., Seiji M., Kutika A. Sunlight and man. Tokyo: University of Tokyo Press; 1974).

Запропоновані навіть загальноприйнятні референтні спектри дії даного фактора та формули розрахунку еритемної дії у широкому діапазоні частот від 250 нм до 400 нм. Згідно зі стандартом ISO 17166 [10] ефективне еритемне опромінення розраховується за формулою:

$$E_{er} = \int E_{\lambda} * S_{er}(\lambda) d\lambda, \text{ де}$$

E_{er} – ефективне еритемне опромінення, Вт/м²

E_{λ} – спектральне опромінення, Вт/(м² нм);

S_{er} – «функція відносної спектральної ефективності», або спектр дії:

$$E_{er}(\lambda) = 1,0$$

для $250 \leq \lambda \leq 298$ нм;

$$E_{er}(\lambda) = 1,0 \cdot 0,094(298 - \lambda)$$

для $298 < \lambda \leq 328$ нм

$$E_{er}(\lambda) = 1,0 \cdot 0,015(140 - \lambda)$$

для $328 < \lambda \leq 400$ нм.

Як бачимо, коефіцієнти S_{er} , які введені для трьох умовних діапазонів УФВ (250-298 нм; 298-328 нм; 328-400 нм), суттєво відрізняються, але важливо те, що вони дають можливість отримати ізоєфективні величини щодо еритемної дії УФВ в усьому спектрі частот, які реально мають місце

Таблиця 1
Висота Сонця (градуси)
на 22 березня

Широта, градуси	44	50	52
6 годин	0	0	0
7 годин	10°42'	9°36'	9°12'
8 годин	20°18'	18°42'	17°54'

у середовищі проживання людини.

Результати і їх обговорення. Використовуючи формули сферичної тригонометрії, ми маємо можливість визначитися з висотою сонця у перші години після його сходу для географічних широт, у межах яких розташована територія України (табл. 1).

На широті розташування м. Києва (50°27') 22 березня сонце сходить о 5-й годині 54 хвилини. Згідно з СН № 2605-82 час нормованої інсоляції починається о 7-й годині, коли Сонце перебуває на висоті 9°36', і у його ультрафіолетовій складовій інсоляції не присутні усі частоти УФВ, які досягають Землі. Якщо подивитися на графік (рис. 1), побудований за даними В.А. Белінського, (Белинский В.А. Радиационные процессы в атмосфере и на земной поверхности. Л., 1974. 303 с.; Белинский В.А. Ультрафиолетовая радиация Солнца и неба. М., 1968), то добре видно, що навіть за

висоти стояння Сонця 30° крива спектра випромінювання в ультрафіолетовому діапазоні суттєво відрізняється не лише від кривих на 60° і 90°, але й від кривої на 10°, яка йде практично паралельно осі абсцис. У країнах, в яких відлік нормованої інсоляції проводиться при підйомі сонця вище 5° (Чеська Республіка), цей момент не враховується.

Нами також були проведені дослідження інтенсивності УФВ Сонця на горизонтальній поверхні, які дають можливість перенести ці дані на модельне житлове приміщення (при відкритому вікні) згідно з методикою, описаною у [11] (рис. 2).

Як видно з рисунка 2, інтенсивність УФВ і у діапазоні А, і у діапазоні В з підняттям Сонця над горизонтом зростає десь до 13 години, а потім зменшується.

На базі отриманих результатів визначення інтенсивності УФВ у діапазонах А і В були розраховані MED (мінімальні еритемні дози) згідно зі стан-

дартом ISO 17166 [10] у різні години світлового дня (рис. 3).

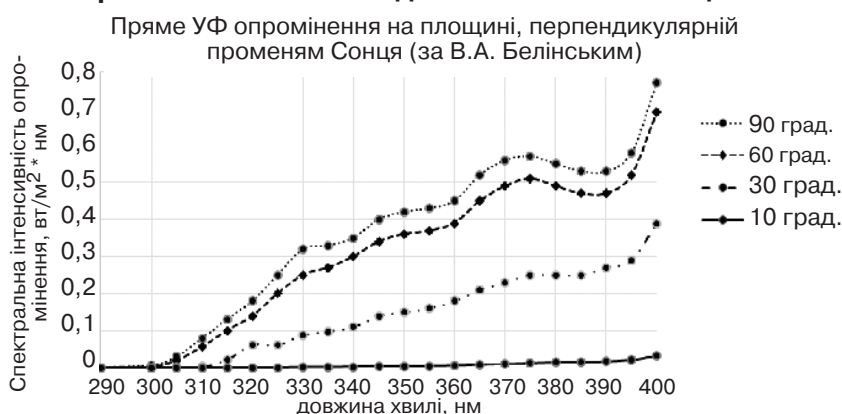
Як бачимо з рисунка 3, УФВ діапазону В забезпечує максимальний рівень MED в інтервалі 12-14 годин, закономірно зменшуючись з часом наближення Сонця до горизонту. Крива рівнів MED у діапазоні А йде практично паралельно кривій MED у діапазоні В, але набагато нижче, що свідчить про більш суттєвий вклад УФВ діапазону В у формування MED. При цьому слід відзначити, що співвідношення цих величин протягом світлового дня змінюється, сягаючи найбільшої величини в інтервалі 12-14 годин. Оскільки методика розрахунку MED і SED згідно зі стандартом ISO 17166 принципово не відрізняється, ми результати вимірювань УФВ приводили до величин перших. Окрім того, важливо, що є можливість підсумувати величини MED для діапазонів А і В.

Оскільки одночасні дослідження на різних широтах України нам були недоступні, ми вирішили скористатися фундаментальними розрахунковими таблицями сумарного опромінення УФ-радіацією на широтах 44°-52° п.ш., у мкер*хв/см² (для 3-го місяця року) В.А. Белінського. Ми підсумували величини інтенсивності експозиційного опромінення у двогодинних інтервалах, зміщуючи початок обліку у кожному інтервалі на годину (табл. 2).

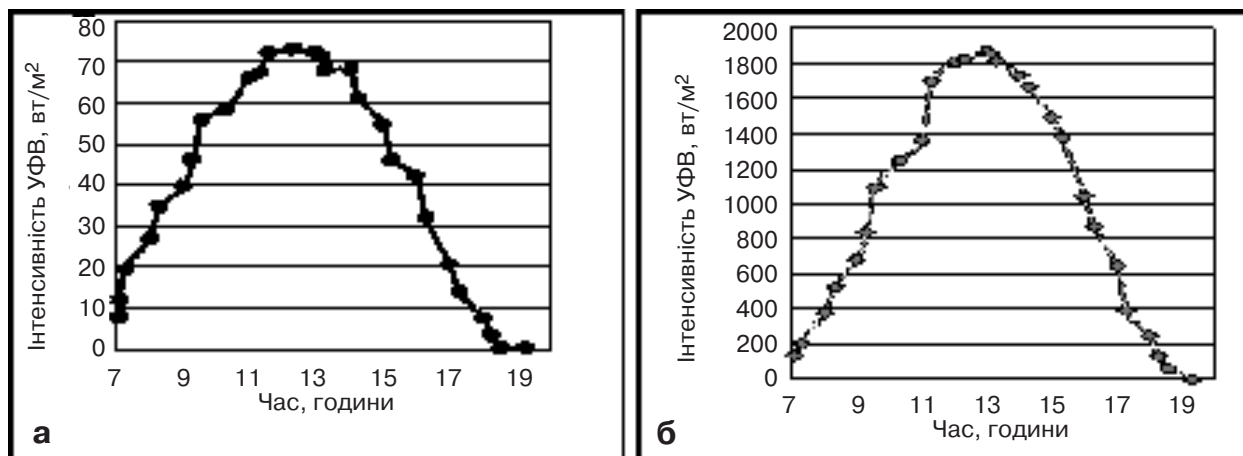
Як бачимо з таблиці 2, доза опромінення ультрафіолетовою складовою сонячних променів за двогодинний інтервал (мінімально необхідна тривалість інсоляції згідно з СН № 2605-82) закономірно зро-

Рисунок 2

Спектральна інтенсивність опромінення сонячними променями залежно від висоти стояння Сонця



Експериментальні дослідження інтенсивності УФВ діапазонів А (а) і В (б) в ясний день (49° п.ш., схилення Сонця 11,03°).



ERYTHEMATOUS DOSE AS ONE OF THE CRITERIA OF THE HYGIENIC REGULATION OF INSOLATION

Akimenko V. Ya., Steblii N. N.

State Institution «O.M. Marzeiev Institute for Public Health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

Objective. We performed a hygienic assessment of ultraviolet component of dwelling insolation and developed recommendations for the improvement of the insolation standards based on dose approach.

Materials and methods. We analysed the normative documents of the EU countries and the former USSR ones on the hygienic regulation of insolation in residential and public buildings. We studied the dynamics of the intensity of the sun ultraviolet radiation in A and B ranges over a light day. According to the ISO 17166 Standard, we calculated the hourly MED (minimum erythematos dose) of the ultraviolet component of insolation in the light day A and B ranges.

Results. Two-hour insolation after an hour from the moment of the sunrise for a definite geographical

latitude on March 22 was suggested to be taken as a minimum necessary duration of the insolation of the residential premises. The results of the study of the ultraviolet radiation intensities in A and B ranges over the daylight hours, performed with the help of the broadband radiometer UFR 21, are presented in the paper.

The dynamics of the change in MED values over two-hour intervals of insolation during the daylight hours for the geographical latitudes of Ukraine was calculated in accordance with ISO 17166.

Conclusions. Taking into account the value of the minimum erythematos dose for the minimum required duration of dwelling insolation, the hour of possible correction of the standards for dwelling insolation was calculated at the orientation of the fenestration of the calculated dwelling into bearings in which the height of the Sun at the geographical latitudes of Ukraine (from 44° n.l. to 52° n.l.) would be larger than 9°12'-10°42'.

Keywords: insolation, ultraviolet radiation, minimum erythematos dose, hygienic regulation, bactericidal effect.

стає на усіх широтах, сягаючи максимуму в інтервалі 11-13 годин. Величина опромінення сумарною УФ-радіацією у 3-му місяці року зростає від 52° п.ш. до 44° п.ш. Зазначене беззаперечно свідчить, що доза ультрафіолетового опромінення за регламентований СН № 2605-82 мінімально необхідний двогодинний інтервал інсоляції по мірі підйому Сонця над горизонтом збільшується. Сонце у двогодинні інтервали часу опівдні створює величини сумарного опромінення, які у 3,6-4,2 рази більші за такі самі величини у двогодинному інтервалі 7-9 годин на усіх широтах, при цьому величина такого співвідношення зменшується з переміщенням точки спостереження у північному напрямку. Ось чому ми вважали за умовний еталон сумарної мінімальної еритемної дози запропонувати величину для 52 градусів п.ш.

З часу введення у дію СН № 2605-82 на території України ми не знайшли наукової інформації, яка свідчила б про недостатність для здоров'я людини двогодинної інсоляції житлових приміщень. Тому вважаємо, що за цей нормований проміжок часу інсоляції забезпечується мінімально необхідне надходження енергії сонячного випромінювання в ультрафіолетовому діапазоні до житлового приміщення. Якщо розрахувати ефективну дозу опромінення ультрафіолетовою складовою сонячного випромінювання за цей мінімально нормований час

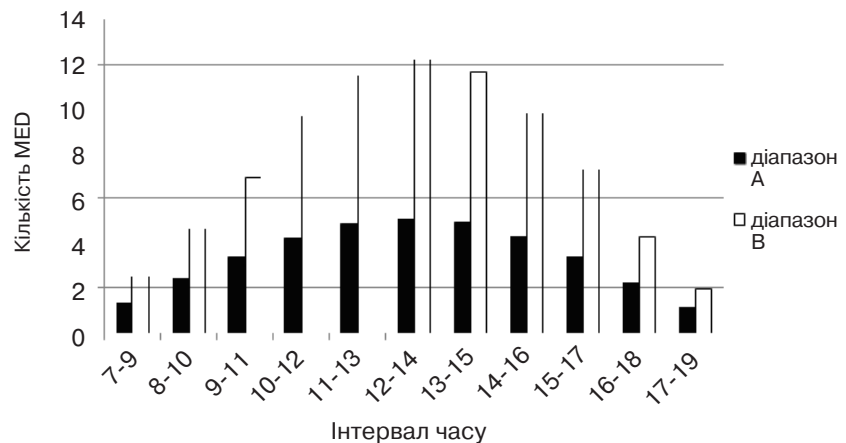
інсоляції, ми зможемо отримати умовний дозний еталон для корекції тривалості інсоляції при орієнтації житлового приміщення на румби, коли Сонце перебуває над горизонтом вище 9°12'-10°42' залежно від географічної широти розташування об'єкта інсоляції (від 44°-52° п.ш.).

Алгоритм наших розрахунків був таким. Ми брали величину еритемної опроміненості (у мкер*хв./см²) у 3-му місяці року (ця пора року регламентована СН № 2605-82) у двогодинному проміжку часу після першої години з моменту сходу Сонця і порівнювали цю величину з величинами еритемної опроміненості у двогодинних інтервалах світлового дня, як вже було сказано вище, зсуюючи початок відрахування кожного інтервалу на 1 годину. Таким чином, ми мали можли-

вість бачити, яка тривалість інсоляції у цьому двогодинному проміжку необхідна для досягнення мінімально необхідної дози еритемного опромінення. Як бачимо з таблиці 3, умовно прийнята мінімально необхідна доза УФВ в інші двогодинні проміжки часу набирається за 33-69 хвилин. Здавалось би, нормовану тривалість інсоляції в інших проміжках часу (з 7 години до 14 години) у житлових приміщеннях можна було б скоротити на ці величини, але ми розуміємо, що позитивна дія інсоляції визначається не лише дією УФВ. Тому на даному етапі ми вважаємо, що коригування тривалості нормативної тривалості інсоляції слід обмежити півгодинною поправкою у бік зменшення. Правомірність такого вибору підтверджується ще й тим, що СН № 2605-82 допускає відхід від оптимальної

Рисунок 3

Кількість MED (мінімальних еритемних доз) у діапазонах А і В залежно від часу світлового дня



тривалості інсоляції з 3 до 2 годин за певних умов (п. 5, прим. 2), які не належать до медико-гігієнічного обґрунтування. У даному випадку фактично для коригування нормативу використовується не пороговий, а ризиковий підхід. Багаторічна практика застосування СН № 2605-82 показала, що такий підхід не виходить за прийнятні для суспільства ризики для здоров'я населення. Окрім того, наведена вище С. Дарулою та співавторами [5] інформація свідчить, що у деяких країнах ЄС тривалість нормованої інсоляції обмежується однією годиною. Тобто існує практика застосування одногодинної інсоляції. Ось чому ми не вважали за можливе коригувати в інших проміжках часу нормовану СН 2605-82 тривалість інсоляції житлового приміщення більше ніж на 0,5 години.

Проте ми вважаємо, що гігієнічна регламентація інсоляції не може базуватися лише на одній дозній оцінці ультрафіолетової складової. Необхідно продовжувати дослідження з встановлення особливостей впливу оптичного діапазону (видиме й інфрачервоне випромінювання) на здоров'я людини, зважаючи на те, що відкриття нового виду рецепторів на видимий діапазон світла [12] та встановлення фундаментальних механізмів циркадних ритмів в усього живого на Землі (Ibбсез С., 2017). Scientific background discoveries of molecular mechanisms controlling the circadian rhythm. Nobelprize. org...) дають для цього наукові підстави.

Висновки

1. Двогодинна інсоляція після години з моменту сходу Сонця 22 березня на географічній широті 52° п.ш. може бути визнаною як мінімально необхідна.

2. Розрахунок стандартних чи мінімальних еритемних доз згідно зі Стандартом ISO 17166 можна використати для дозної біоефективної характеристики ультрафіолетової складової сонячного випромінювання мінімально необхідної тривалості інсоляції.

3. З урахуванням швидкості набору мінімальної еритемної або стандартної еритемної дози за двогодинну мінімально необхідну тривалість інсоляції (після години з моменту сходу Сонця) можна у разі крайньої необхідності без перевищення прийняттого ризику для здоров'я людини коригувати нормативну тривалість інсоляції для житла при орієнтації розрахункової кімнати на румби, за яких висота стояння Сонця на території України буде більше 9°12'-10°42' залежно від географічної широти розташування об'єкта інсоляції (44°-52°п.ш.).

ЛІТЕРАТУРА

1. Бахарев Д.В., Орлова Л.Н. О нормировании и расчете инсоляции. *Светотехника*. 2006. № 1. С. 18-27.
2. Беликова В.К. Бактерицидное значение излучения Солнца, проникающего в помещение. *Гигиена и санитария*. 1957. № 11. С. 8-15.
3. Акименко В.Я., Ярыгин А.В., Янко Н.М. Дозный подход к гигиенической регламентации УФ-излучения Солнца с учетом его спектральных особенностей. *Гигиена населенных мест: сб. науч. тр.* К., 1999. Вып. 35. С. 207-215.
4. Халикова Ф.Р. Совершенствование нормирования и расчета инсоляции жилых помещений путем расчета интенсивности и дозы ультрафиолетовой радиации : автореф. дис. ... канд. тех. наук / Казанский гос. архитектурно-строительный ун-тет. Казань, 2013. 21 с.

5. Darula S., Christoffersen J., Malikova M. Sunlight and insolation of building interiors. *Energy Procedia*. 2015. Vol. 78. P. 1245-1250.

6. Environmental Health Criteria 160: Ultraviolet radiation / World Health Organization. Geneva, 1994. 353 p.

7. ICNRP Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Physics*. 2004. Vol. 87 (2). P. 171-186.

8. Яригин А.В. Гігієнічна характеристика природного ультрафіолетового випромінювання у приміщеннях житлових будинків : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 14.02.01 / ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ». К., 2002. 21 с.

9. Чубарова Н.Е. Ультрафиолетовая радиация у земной поверхности : автореф. дис. ... доктора географ. наук / Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. М., 2007. 48 с.

10. International reference action spectrum and standard erythema dose : ISO 17166:1999. Vienna, 1999. 6 p.

11. Стеблій Н.Н., Акименко В.Я. Методические особенности мониторинга ультрафиолетовой составляющей инсоляции жилища. *Здоровье и окружающая среда : сб. матер. респуб. научно-практ. конф. с международным участием*. М., 2017. Т. 1. С. 52-55.

12. Berson D.M., Dunn F. A., Takao M. Phototransduction by retina ganglion cells that set the circadian clock. *Science*. 2002. Vol. 295. P. 1070-1073.

REFERENCES

1. Bakharev D.V., Orlova L.N. *Svetotekhnika*. 2006 ; 1 : 18-27 (in Russian).
2. Belikova V.K. *Gigiena i sanitariia*. 1957 ; 11 : 8-15 (in Russian).
3. Akimenko V.Ya., Yarygin A.V., Yanko N.M. Doznyi podkhod k higienicheskoj reglamentatsii UF-izlucheniya solntsa s uchetom tgo spektralnykh osobennostey [Dose Approach to the Hygienic Regulation of the Sun UV-Radiation Taking into Account its Spectral Features]. In : *Gigiena naseleennykh mest [Hygiene of Settlements]*. Kiev ; 1999 ; 35 : 207-215 (in Russian).

Таблиця 2

Кількість опромінення сумарною УФ-радіацією на широтах 44-52° п.ш., у мкер*хв/см² (для 3-го місяця року)

Географічна широта, град.	Години доби								
	7-9	8-10	9-11	10-12	11-13	12-14	13-15	14-16	15-17
44°	684	1286	2033	2650	2876	2650	2033	1286	684
46°	627	1200	1887	2437	2642	2437	1887	1200	627
48°	598	1101	1705	2219	2414	2219	1705	1101	598
50°	582	1038	1562	2007	2180	2007	1562	1038	582
52°	539	939	1384	1795	1968	1795	1384	939	539

4. Khalikova F.R. Sovershenstvovanie normirovaniya I rascheta insoliatsii zhilykh pomeshcheniy putem rascheta intensivnosti I dozy ultrafioletovoy radiatsii : avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk [Improvement of the Standardization and Calculation of the Residential Buildings' Insolation by Means of the Calculation of the Intensity and Dose of Ultraviolet Radiation: Abstract of the Candidate of Technical Sciences Dissertation]. Kazan (Russia) ; 2013 : 21 p.(in Russian).

5. Darula S., Christoffersen J., Malikova M. *Energy Procedia*. 2015 ; 78 : 1245-1250.

6. Environmental Health Criteria 160: Ultraviolet radiation. Geneva : WHO ; 1994 : 353 p.

7. ICNRP Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wave Lengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics*. 2004 ; 87 (2) : 171-186.

8. Yaryhin A.V. Hihienichna kharakterystyka pryrodnoho ultrafioletovoho vyprominiuvania v prymyshchenniakh zhytlovykh budynkiv : avtoref. dys. ... kand. biol. nauk [Hygienic Characteristic of Natural Ultraviolet Radiation in the Dwelling Houses : Abstract of the Candidate of Biology Dissertation] : 14.02.01. Kyiv ; 2002 : 21 p. (in Ukrainian).

9. Chubarova N.Ye. Ultrafioletovaya radiatsiya u zemnoi poverkhnosti : avtoref. diss. ... doktor geograf. nauk [Ultraviolet Radiation at the Earth's Surface : Abstract of the Doctor of Geography Dissertation]. Moscow ; 2007 : 48 p. (in Russian).

10. International reference action spectrum and standard erythema dose : ISO 17166:1999. Vienna ; 1999 : 6 p.

11. Steblii N.N., Akimenko V.Ya. Metodicheskie osobennosti monitoring ultrafioletovoi sostavliaiushchei insoliatsii zhylishcha [Methodical Features of the Monitoring of Dwelling Insolation Ultraviolet Component]. In : *Zdorovie I okruzhaiushchaia sreda [Health and Environment : Materials of the Conference]*. Minsk ; 2017 ; 1 : 52-55(in Russian).

12. Berson D.M., Dunn F.A., Takao M. *Science*. 2002 ; 295 : 1070-1073.

Надійшла до редакції 18.10.2017

FEATURES OF AMBROSIA POLLEN QUANTITY FORECAST IN THE ATMOSPHERIC AIR OF ZAPORIZHZHIA

Maleieva A.Y., Prikhodko A.B., Yemets T.I.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ПИЛКУ АМБРОЗІЇ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ЗАПОРІЗЖЯ

МАЛЕЄВА Г.Ю.,
ПРИХОДЬКО О.Б., ЄМЕЦЬ Т.І.
Запорізький державний
медичний університет

УДК 616-022.854:582.998.1]-
047.36(477.64-25)

Ключові слова: аеробіологія,
амброзія, пилок,
алергопрогноз.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ
АМБРОЗИИ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ЗАПОРОЖЬЯ

Малеева А.Ю., Приходько А.Б., Емец Т.И.

Запорожский государственный медицинский университет

Пыльца амброзии является одной из наиболее частых причин возникновения сезонной аллергии у населения. Для улучшения профилактики поллинозов необходима разработка современных методов прогнозирования повышенного содержания пыльцы в атмосфере.

Цель: усовершенствование способа ежедневного прогнозирования аэроаллергической ситуации, связанной с изменением количества пыльцы амброзии в воздухе.

Материалы и методы. Мониторинг аэроаллергенной ситуации осуществляли с помощью волкуметрической ловушки. В расчетах использовали данные архива погоды метеостанции WMO 34601. Результаты наблюдений обрабатывались с помощью пакета «STATISTICA 10 StatSoftInc.» и «Excel».

Результаты. За 10 лет наблюдений был накоплен материал, позволяющий установить некоторые закономерности распределения пыльцы амброзии в атмосферном воздухе г. Запорожья по дням палинации в зависимости от метеоусловий. Для улучшения прогнозирования аэроаллергенной ситуации предлагается использовать формулу определения ожидаемого суточного количества пыльцы амброзии, которая представляет собой произведение количества пыльцы в конкретный день как среднего за многолетние наблюдения и коэффициентов влияния наиболее значимых метеорологических факторов. Нами были подсчитаны и использованы коэффициент поправки на асимметрию распределения пыльцы по дням палинации; коэффициент влияния ветра; коэффициент влияния осадков; коэффициент зависимости количества пыльцы в воздухе от атмосферного давления; коэффициент зависимости количества пыльцы от относительной влажности. Также мы оценивали степень риска развития у населения аллергических реакций по 5-балльной шкале, в которой 1 балл соответствует низкому уровню угрозы, а 5 баллов указывают на наивысший уровень опасности для пациентов.

Выводы. Количество пыльцы амброзии в конкретные дни может значительно отличаться от средних показателей под действием различных факторов погоды, при этом достоверной корреляции между уровнем пыльцы и интенсивностью отдельных факторов не выявлено. Форма действия отдельных погодных факторов в зависимости от интенсивности и направления изменений погоды может меняться и даже быть противоположной. Первая попытка рассчитать ожидаемое количество пыльцы как произведение средних значений и коэффициентов влияния метеоусловий имела положительный результат. В среднем за 10 лет коэффициент корреляции между уровнем пыльцы и прогнозом, осуществленный таким способом, составил $0,8 \pm 0,06$. Предложенный метод позволяет отойти от субъективного подхода и рассчитывать алергопрогноз на основе прогноза погоды.

Ключевые слова: аэробиология, амброзия,
пыльца, алергопрогноз.

© Малеева Г.Ю., Приходько О.Б., Емец Т.И. СТАТТЯ, 2018.