

**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ВРЕМЕТО НА ИЗГАРЯНЕ ЗА РАЗЛИЧНИ ТИПОВЕ КОЖА ЧРЕЗ
УЛТРАВИОЛЕТОВИЯ ИНДЕКС**

Здравка Николаева, Милена Искрова, Благовеста Мидюрова
Университет “Проф. д-р Асен Златаров”, факултет “Природни науки”
8010 Бургас, България, бул. “Проф. Якимов” 1,
z.v.burieva@gmail.com

**DETERMINATION OF BURNING TIME FOR DIFFERENT TYPES OF SKIN THROUGH
THE ULTRAVIOLETE INDEX**

Zdravka Nikolaeva, Milena Iskrova, Blagovesta Midyurova
University “Prof. Dr. Asen Zlatarov” 8010 Burgas, Bulgaria
z.v.burieva@gmail.com

ABSTRACT

The burning time (sunshine minutes) depends on the ultraviolet index and the type of human skin. There are four major skin types endorsed by the UNEP, the International Commission on Radiation Protection (ICNIRP), the World Health Organization (WHO), and the World Meteorological Organization (WMO). In the work are presented regression models for determining the permissible exposure to sun. For the different skin types, the safe periods of time for which exposure to the Sun would not result in damage were calculated. The tests and checks made indicate that the method is suitable for calculating the safe-stay time for the various photobiological skin types with high precision.

Key words: solar radiation, ultraviolet radiation, UV Index, the method of multiple linear regression, coefficient of determination, F – statistics.

ВЪВЕДЕНИЕ

В близките години усилията за изучаване на слънчевата ултравиолетова радиация и информиране на населението относно потенциалните здравни проблеми стават все по-интензивни. Загрижеността по този въпрос е причинена главно от дългосрочни наблюдения за общото съдържание на озон в атмосферата и на неговото намаляване през последните десетилетия [1].

Глобалният слънчев ултравиолетов индекс (UV Index, UVI) е формулиран чрез използването на референтния спектър на действие на ултравиолетовата радиация за причиняване на еритема върху човешката кожа [2,3]. Един UVI е еквивалентен на 25 mW/m^2 еритемално-ефективна ултравиолетова радиация, съгласно СМО и насоките на СЗО [4]).

Нивата на ултравиолетовата радиацията се влияят от: положението на Слънцето; географската ширина; облачното покритие; надморската височина (на всеки 1000 метра височината, нивото се увеличава с 10 до 12 %); озоновия слой (озоновият слой абсорбира значителна част от нея); отражение от земната повърхност; тя се отразява или разсейва до определени граници от различни земни повърхности (нормални, река, море/плаж и сняг).

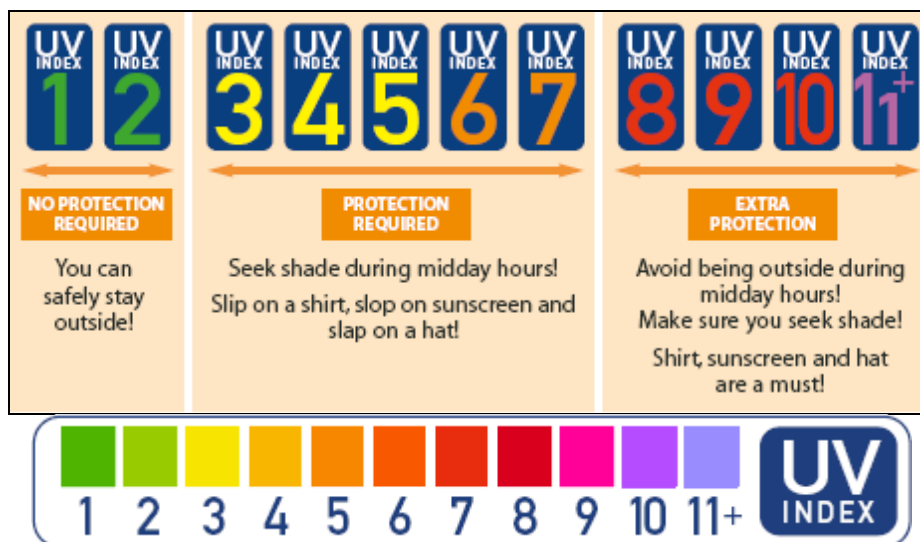
На фиг. 1 са дадени международните начини на представяне на ултравиолетовия индекс и необходимите мерки, които трябва да се предприемат за защита от Слънцето, в съответствие с възприетите от Американската агенция за околна среда (US EPA) класификации и цветове.

Времето на изгаряне (минутите престой на слънце) и ултравиолетовия индекс са свързани с четирите основни типа кожа, утвърдени от Програмата на ООН за околна среда (UNEP), Международната комисия за радиационна защита (ICNIRP), Световната здравна организация (СЗО) и Световната метеорологична организация (СМО) [5]:

- **I тип** – *силно чувствителна* (много светла); цвят коса (червена, светло руса); цвят очи (сини);
- **II тип** – *чувствителна* (светла), като към този тип кожа се включват и малки деца,

чиято кожа е много по-тънка от нормално; цвят коса (руса); цвят очи (сини, зелени, пъстри);

- **III тип** – *нормална* (светлокафява); цвят коса (кафява); цвят очи (сиви до кафяви);
- **IV тип** – *слабо чувствителна* (кафява); цвят коса (тъмно кафява, черна); цвят очи (кафяви).



Фиг. 1. Представяне на UV индекса според общоприетите международни стандарти

В работата са изведени регресионни модели за определяне на допустимата експозиция на слънце, за различните типове кожа. С прилагане на изведените модели са изчислени безопасните периоди от време, за които излагането на различните типове кожа на Слънце не би довело до поражения.

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

В зависимост от прогнозираната стойност на ултравиолетовия индекс, за различните фотобиологични типове кожа, може да бъде определена максималната допустима експозиция на слънчеви лъчи, без това да доведе до увреждане на кожата. За целта, в работата се използват емпирични уравнения от полиномиален вид [6]

$$Y = b + a_1 \cdot (UVI) + a_2 \cdot (UVI)^2, \quad (1)$$

където:

Y – максималната безопасна експозиция;

UVI – ултравиолетовият индекс, изчислен по формула (1);

a , b – регресионни коефициенти;

За оценка на качеството на регресионните модели (1) се използва коефициентът на детерминация R^2 , който определя степента на линейна зависимост между включените в модела регресори и предсказаната стойност на изходната величина. Задължително условие в този случай е проверката на значимостта на R^2 , за което се използва критерият на Fisher [7,8]

$$F = \frac{R^2}{(1-R^2)} \cdot \frac{(N_1 - k)}{(k-1)}, \quad (2)$$

където: k – броят на оценяваните параметри на модела; N_1 – обемът на извадката от експериментални данни. Критерият на Fisher е със степени на свобода $v_1 = k - 1$ и $v_2 = N_1 - k$.

При $F > F(\alpha, v_1, v_2) = F_{crit}$, стойността на R^2 е значима и може да се използва за оценка на адекватността на модела. Колкото по-висока е изчислената стойност на R^2 , толкова по надежден е изведеният регресионен модел при ниво на значимост α .

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

С цел превенция на тежки изгаряния на кожата в резултат от прекомерно излагане на слънчеви лъчи, са изведени регресионни модели (1) за определяне на допустимата експозиция на слънце, за различните типове кожа. Използвани са данни относно продължителността на безопасен престой на Слънце. Коефициентите в модела (1), за всеки тип кожа, заедно със статистическите параметри за качество на моделите, са дадени в таблица 1.

Таблица 1. Коефициенти и качество на моделите (1) за различните типове кожа

Тип кожа	Коефициенти	Стандартна грешка	F	R^2
Тип 1 (силно чувствителна)	$b = 99.9576$ $a_1 = -16.1476$ $a_2 = 0.749417$	2.2041 0.8442 0.0685	758.73	0.9974
Тип 2 (чувствителна)	$b = 137.5758$ $a_1 = -19.8077$ $a_2 = 0.798368$	1.7435 0.6678 0.0542	2391.01	0.9983
Тип 3 (нормална)	$b = 175.6061$ $a_1 = -25.5769$ $a_2 = 1.089744$	1.3322 0.5102 0.0414	6186.57	0.9993
Тип 4 (слабо чувствителна)	$b = 209.4727$ $a_1 = -29.0252$ $a_2 = 1.174825$	2.7384 1.0488 0.0851	2066.33	0.9981

Високите изчислени стойности на F -критерия водят до извода, че коефициентите на детерминация са значими, а те, от своя страна, означават, че моделите са точни и надеждни.

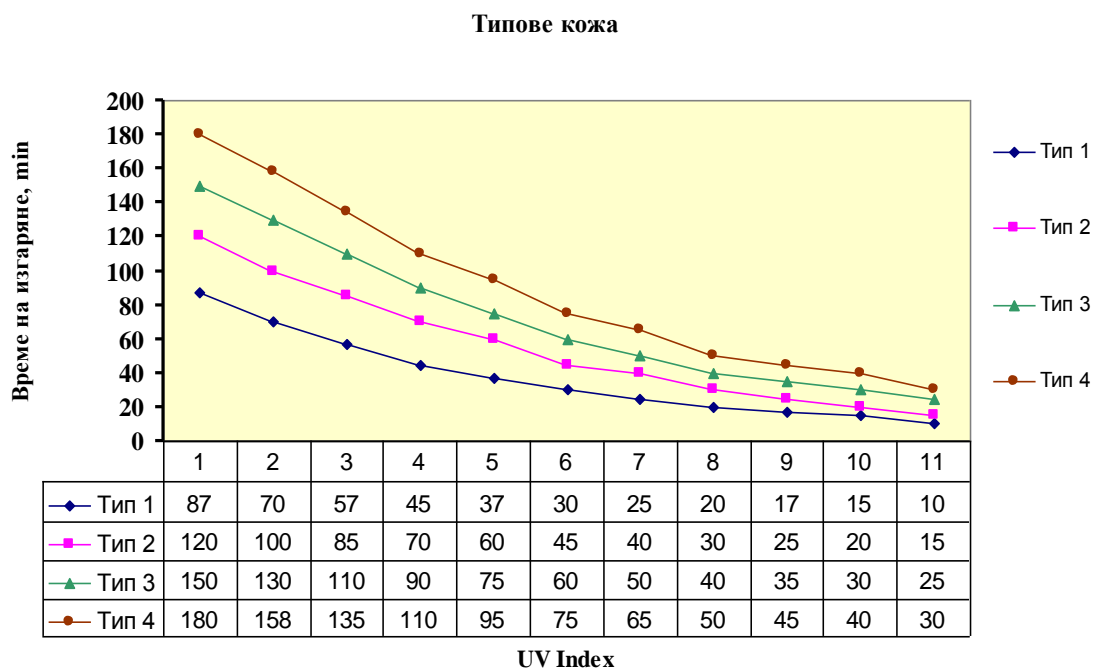
С прилагане на изведените модели са изчислени безопасните периоди от време, за които излагането на различните типове кожа на Слънце не би довело до поражения.

На фиг. 2 е дадено допустимото време за безопасен престой под директни слънчеви лъчи. То се определя според прогнозираната стойност на ултравиолетовия индекс и различните типове кожа. Направените тестове и проверки показват, че методът е подходящ за пресмятане на времето за безопасен престой за различните фотобиологични типове кожа с голяма точност.

Графичните зависимости на фиг. 2 предлагат възможности за определяне на продължителността на безопасен престой за различните типове кожа в зависимост от ултравиолетовия индекс. Доколкото той зависи от различни фактори, тяхното влияние трябва да се отчита посредством съответните корекции в неговата стойност. От това следва, че тези фактори, в крайна сметка повлияват и времето на безопасна експозиция на слънчеви лъчи. Така допустимото време за излагане на слънце се коригира по следния начин:

- на всеки 1000 метра изменение на надморската височина UV-радиацията се увеличава с 10 %;
- в зависимост от околните повърхности времето за безопасен престой се намалява, както следва:
 - Снежна покривка – 1.9 пъти;
 - Пясък – 1.15 пъти;

- Морска пяна – около 1.25 пъти;
- Вода – около 1.1 пъти.



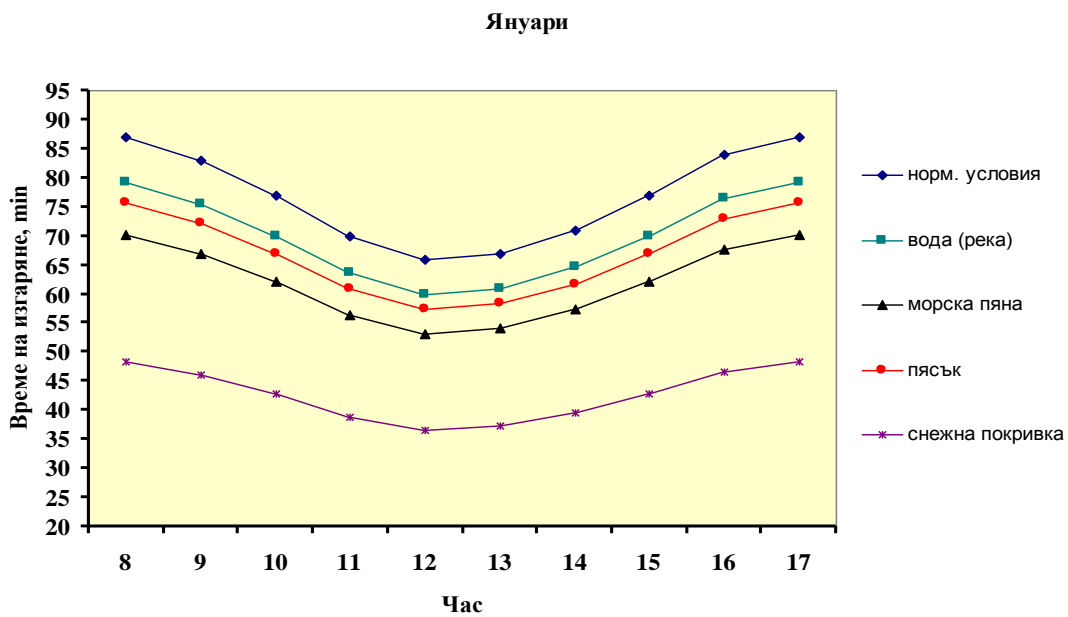
Фиг. 2. Зависимост на времето на изгаряне от ултравиолетовия индекс за различните фотобиологични типове кожа

Може да се приеме, че зависимостите на фиг. 2 имат универсален характер, доколкото те описват влиянието на базови фактори – ултравиолетовия индекс и типа кожа.

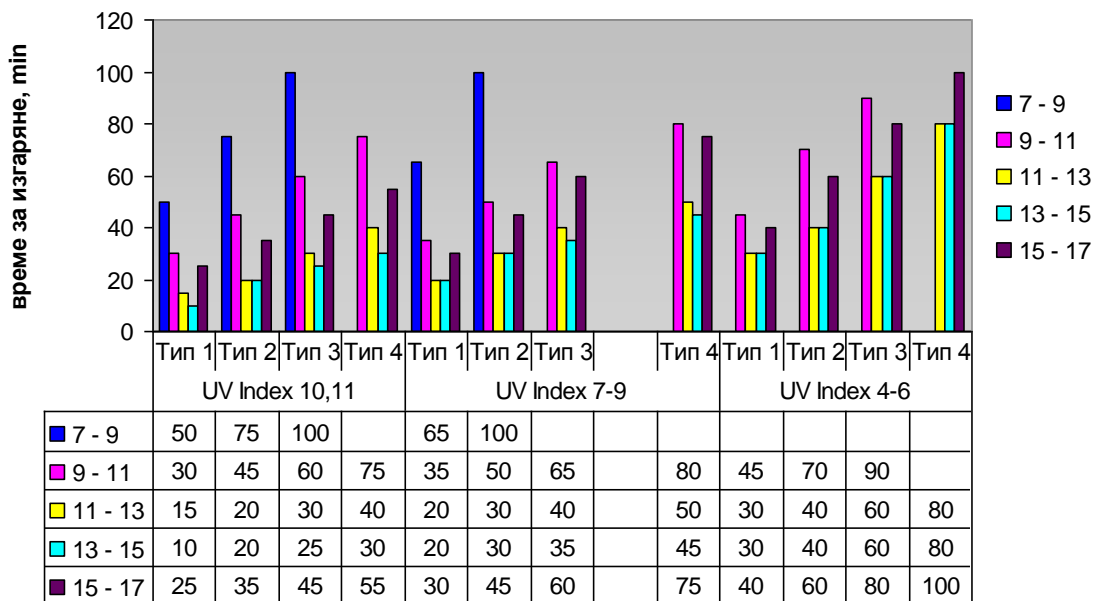
На фиг. 3 е представено времето на изгаряне за месец януари, за Община Бургас, в зависимост от астрономическото време през деня. Отчетено е и влиянието на околните повърхности: нормални условия; вода (река); морска пяна; пясък; и наличие на снежна покривка. Вижда се, че времето на изгаряне е най-малко при наличие на снежна покривка, следвано от това за морска пяна, пясък и вода (река).

На фиг. 4 е дадено максимално допустимото време на безопасен престой под директни слънчеви лъчи в различните часови интервали на деня (7 – 9 h, 9 – 11 h, 11-13 h, 13 – 15 h и 15 – 17 h), като се отчитат прогнозираната стойност на ултравиолетовия индекс и типовете кожа.

За Република България, мониторингът на слънчевата ултравиолетова радиация е от особена важност, тъй като значима част от населението, занимаваща се със земеделие, строителство и др., е изложена практически целодневно на преките слънчеви лъчи. От друга страна, туризмът и курортното дело, развиващи се като важен отрасъл на националната икономика, акцентуват именно върху идеалната комбинация между природни дадености и климатични фактори. Основен сред тях е продължителното слънчево греене. Това налага обществеността да бъде регулярно информирана за необходимостта от дозирано използване на този природен фактор.



Фиг. 3. Зависимост на времето на изгаряне от часа при различни условия за януари



Фиг. 4. Допустимо време на безопасен престой под директни слънчеви лъчи в различните часове на деня, в зависимост от прогнозираната стойност на UV индекс, за различните типове кожа

ИЗВОДИ

С цел превенция на тежки изгаряния на кожата в резултат от прекомерно излагане на слънчеви лъчи, са изведени регресионни модели за определяне на допустимата експозиция на слънце, за различните типове кожа. Високите изчислени стойности на F-критерия водят до извода, че коефициентите на детерминация са значими, а те, от своя страна, означават, че моделите са точни и надеждни.

Изчислени са безопасните периоди от време, за които излагането на различните типове кожа на Слънце не би довело до поражения. Доколкото той зависи от различни фактори, тяхното влияние трябва да се отчита посредством съответните корекции в неговата стойност: на всеки 1000 метра изменение на надморската височина UV-радиацията се увеличава с 10 %; в зависимост от околните повърхности времето за безопасен престой се намалява, както следва: снежна покривка – 1.9 пъти; пясък – 1.15 пъти; морска пяна – около 1.25 пъти; вода – около 1.1 пъти.

Представено е времето на изгаряне за месец януари, за Община Бургас, в зависимост от астрономическото време през деня. Отчетено е и влиянието на околните повърхности: нормални условия; вода (река); морска пяна; пясък; и наличие на снежна покривка. Вижда се, че времето на изгаряне е най-малко при наличие на снежна покривка, следвано от това за морска пяна, пясък и вода (река).

За Република България, мониторингът на слънчевата ултравиолетова радиация е от особена важност, тъй като значима част от населението, занимаваща се със земеделие, строителство и др., е изложена практически целодневно на преките слънчеви лъчи. Ултравиолетовият индекс и времето на изгаряне (минутите престой на слънце) за четирите основни типа кожа биха били твърде полезни за повишаване на обществената информираност относно потенциалните вреди от прекомерната ултравиолетова експозиция и за определяне на периода от време, след което предприемането на защитни мерки е наложително.

ЛИТЕРАТУРА

1. Carvalho, F. A Simplified Spectral Model for UV Irradiance Computations. *Journal Chemistry and Radiation Changes in the Ozone Layer*, May 15-24, Kolympari, Kriti, Greece, (1999).
2. Report of the WMO Meeting of Experts on UVB Measurement. Data Quality and Standardization of UV Indexes. July 22-25 (1994), Diablerets, Switzerland. World Meteorological Organization, *Journal Global Atmosphere Watch*, Vol. 95 (1995).
3. Schmalwieser, A., G. Schauburger. A Monitoring Network for Erythemally-effective Solar Ultraviolet Radiation in Austria: Determination of the Measuring Sites and Visualisation of the Spatial Distribution. *Journal Theoretical and Applied Climatology*, Springer-Verlag, Vol. 69, April 6 (2001), pp. 221-229.
4. World Meteorological Organization, Report on the WMO Meeting of Experts on UVB Measurements, Data Quality and Standardization of UV-Indices, Vol. 95, Geneva, Switzerland, (1994).
5. World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Program, International Commission on Non-Ionizing radiation. *Global Solar UV Index. A Practical Guide*, WHO/SDE/OEN/02.2, Geneva, Switzerland, (2002).
6. Национален институт по геофизика, геодезия и география, БАН, www.niggg.bas.bg.
7. A. Georgieva, C. Karagiozov, J. Ulrich, B. Bogdanov, Y. Denev, Nano-sized BaCO₃ Particles – a Study the Effects of the Physico – Chemical Conditions on the Synthesis in a Water in Oil Microemulsion Systems, *Asian Chemistry letters*, Vol. 14, No 2, 2010, pp. 141-148.
8. N. Kozarev, N. Ilieva, E. Sokolovski, Full scale plume rise modelling in calm and low wind velocity conditions, *J. Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 16, No 3, 2014, pp. 637-645.