

УДК 613.165.6, 614.875

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ЧЕЛОВЕКА

Д. Г. Саяпина, В. Е. Сивоконь, Н. В. Лимаренко

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассмотрено влияние световых ультрафиолетовых (УФ) волн на кожные покровы человека. Исследованы методы измерения, а также параметры, характеризующие ультрафиолетовое излучение. Наиболее представительным выбран UV Index. Предложена концепция прибора измерения данного параметра, а также представлена классификация датчиков, отслеживающих значения УФ индекса.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, влияние на кожные покровы, UV index, методы измерения УФ излучения, датчики УФ излучения, классификация датчиков УФ излучения.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE CONDITION OF HUMAN SKIN

D. G. Sayapina, V. E. Sivokon, N. V. Limarenko

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article considers the effect of light ultraviolet (UV) waves on human skin. Measurement methods and parameters characterizing ultraviolet radiation are investigated. The UV Index was chosen as the most representative. The concept of a device for measuring this parameter is proposed, as well as a classification of sensors tracking the values of the UV index is presented.

Keywords: ultraviolet radiation, effect on the skin, UV index, UV radiation measurement methods, UV radiation sensors, classification of UV radiation sensors.

Введение. Излучения представляют энергию, исходящую от различных объектов в виде волн, проходящих через материальную среду. Частным случаем излучений волновой природы является ультрафиолетовое излучение (УФ). УФ излучению соответствуют длины волн в диапазоне от 10 нм до 400 нм. УФ излучение в зависимости от длины волны разделяется на 4 группы [1]:

- самые короткие лучи именуются экстремальным ультрафиолетом или EUV/XUV (10 нм – 121 нм);
- дальний диапазон — коротковолновой ультрафиолет или UVC (120 нм – 280 нм);
- средний диапазон — средневолновой ультрафиолет или UVB (280 нм – 315 нм);
- ближний диапазон — длинноволновой ультрафиолет или UVA (315 нм – 400 нм).

Влияние УФ облучения может нести за собой негативное воздействие на биологические объекты, в том числе на здоровье человека, эффектами которого является сложный комплекс биохимических и морфологических изменений в коже [2].

Основная часть. Цель исследования — определение параметров, негативно влияющих на кожные покровы, способы отслеживания и защиты от ультрафиолетового излучения.

Проблемой ультрафиолетового излучения как производственного и экологического фактора в настоящее время считается широкое применение его источников в народном хозяйстве, рост уровня солнечного излучения в связи с уменьшением озонового слоя, рост числа заболеваний [3].

Материалы и методы. Опасными считаются длины волн в диапазоне от 280 нм до 315 нм [4], так как они могут оказать пагубное воздействие. Параметром отслеживания является показатель UV Index, который позволяет оценить степень УФ излучения. Индекс имеет шкалу от 0 до 11 (градуировка представлена на рис. 1), следовательно, чем больше значение, тем вероятнее риск получить ожог кожных покровов [5]. Следует рассмотреть шкалу подробнее:

- UV Index 0 – 2 — низкий. Не несет никакой опасности.
- UV Index 3 – 5 — умеренный. Защита не обязательна, в крайнем случае, нанесение солнцезащитного крема SPF 15, иметь очки, головной убор.
- UV Index 6 – 7 — высокий. К мерам предосторожности можно отнести необходимость находиться в хлопчатобумажной одежде с рукавами, солнцезащитный крем SPF 30, очки, головной убор.
- UV Index 8 – 10 — очень высокий. Меры предосторожности: находиться в тени, обязательно одевать хлопчатобумажную одежду с рукавами, солнцезащитные очки, крем SPF 30 на открытые участки кожи, головной убор.
- UV Index 11 — экстремальный. Нахождение в тени обязательно, как и нанесение на открытые участки кожи солнцезащитного крема SPF 50.



Рис. 1. Индекс ультрафиолетового излучения

Чувствительность к УФ излучению напрямую зависит от типа кожи. Более восприимчивыми к солнцу считаются люди европейской расы — для них защита требуется уже при индексе 3, а опасным является индекс 6. У индонезийцев и афроамериканцев индекс 6 означает, что необходима защита, а индекс 8 неблагоприятен для здоровья [6].

Существует три метода измерения ультрафиолетового излучения — фотоэлектрический, фотохимический и биологический.

Фотоэлектрический метод производится при помощи изменения энергии излучения в электрический ток. Данный метод удобен в использовании, так как интенсивность УФ-лучей определяют специальные приборы.

Фотохимический метод осуществляется при помощи разложения УФ-лучей в щавелевой кислоте до воды и углекислоты. Полученную таким методом величину принято измерять в миллиграммах за единицу времени и площади на 1 квадратный сантиметр.

Биологический метод используется в медицине и базируется на основе определения эритемии — биологическим излучением. Измерения производятся биодозиметром, позволяющим определить малое количество УФ излучения, при котором кожа человека начинает краснеть [7].

Для того, чтобы измерить излучения существуют УФ-радиометры — приборы измерения, способные распознавать облучение в ультрафиолетовом диапазоне от 200 нм до 400 нм [8]. Облучение или же энергетическая освещенность представляет собой энергетическую величину, которая описывает поверхностную плотность мощности излучения, попадающего на поверхность земли. Данная величина рассчитывается по формуле:

$$E_e = d\Phi_e/dS, \quad (1)$$

где $d\Phi_e$ — поток излучения, попадающий на участок земли, dS — площадь данного участка земли.

В ином случае, если облучение производится небольшим источником точно, то выполняется следующее условие:

$$E_e = (I_e/r^2) * \cos\theta, \quad (2)$$

где I_e — сила, с которой источник производит излучения, r — расстояние между источником и точечным участком, θ — угол, между нормалью к участку и направлению источника.

Существует множество датчиков, способные измерить значение ультрафиолетовое излучение. Согласно [9] компания GenUV считается лидером по их производству, так как предоставляет большой выбор УФ-датчиков, которые отличаются уникальными характеристиками:

- диапазон измерения (210 нм – 395 нм);
- угол обзора (60° – 100°);
- диапазон рабочей температуры (от – 30°С до +85°С);
- габаритные размеры кристалла (0,4 мм x 0,4 мм; 1,4 мм x 1,4 мм; 3,4 мм x 3,4 мм).

Эффективными считаются GUVV-S10SD, GUYA-S12SD, GUVB-S11SD. В датчиках компании GenUV используются широкозонные полупроводниковые материалы твердых растворов, что позволяет датчикам реагировать исключительно на ультрафиолетовое излучение.

Принцип работы датчиков, способных производить измерение значения ультрафиолетового излучения заключается в следующем: датчик принимает энергетический сигнал и преобразовывает в иной вид сигнала. Чтобы обеспечить наблюдение и учет устанавливается электрический счетчик, на который и поступают выходные сигналы. Значения, которые получили вследствие измерения, поступают на аналого-цифровой преобразователь, после чего на компьютер с программным обеспечением. Это необходимо для создания графиков зависимости [10].

В соответствии с [11] УФ датчики можно разделить на классы: фотодетекторы (фотонные) и термодетекторы, а также на соответствующие группы: фотографические и фотоэлектронные датчики. Фотоэлектронные датчики в свою очередь классифицируются на:

1. Фотоэмиссионные. Подтипы: вакуумные УФ-фотодиоды, микроканальные пластины и фотоэлектронные умножители, позиционно-чувствительные фотоэмиссионные детекторы.
2. Полупроводниковые.
3. Сверхпроводниковые.

Классификация датчиков ультрафиолетового излучения представлена на рис. 2.



Рис. 2. Классификация датчиков измерения УФ-излучения

Заключение. В результате проделанной работы получены следующие результаты:

- доказано, что наибольшее влияние на кожные покровы человека оказывает ультрафиолетовое излучение с длиной волны от 280 нм до 315 нм;
- установлен параметр, характеризующий УФ излучение — UV Index;
- обоснован инструмент измерения ультрафиолетового индекса излучения: датчик GUVV-S10SD, GUVA-S12SD и GUVB-S11SD;
- разработана классификация датчиков УФ излучения в зависимости от физических принципов работы их функционального назначения.

Развитием полученных результатов является разработка устройства экспресс-диагностики уровня УФ облучения с обратной связью.

Библиографический список

1. Ультрафиолетовое излучение: что такое UVA, UVB и UVC лучи // Natura Viva : [сайт]. — URL: <https://natura-vita.net/information/ultrafiolotovoe-izluchenie-chno-takoe-uva-uvb-i-uvc-luchi> (дата обращения : 01.03.2022).
2. Таранов, В. В. Ультрафиолетовое излучение и его измерение / В. В. Таранов // Вестник физиотерапии и курортологии. — 2015. — №1–21. — С. 16.
3. Тенетилова, Л. А. Вредные факторы среды обитания в современных условиях / Л. А. Тенетилова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. — 2016. — № 5 (62). — С. 100–110.
4. Гущин, М. О. О повреждающем действии ультрафиолетовых лучей на кожу человека / М. О. Гущин, Ю. Н. Проскурнова // Международный студенческий научный вестник. — 2018. — № 4–2. — С. 221–223.
5. Ультрафиолетовый индекс / Gismeteo : [сайт]. — URL: <https://www.gismeteo.ru/wiki/ultrafiolotovyyj-indeks/> (дата обращения : 01.03.2022).
6. Ультрафиолетовый индекс. Как солнце влияет на людей / Radiosit : [сайт]. — URL: <https://num.radiosit.ru/indexes/kakoy-uf-indeks-bezopasnyy.html> (дата обращения : 01.03.2022).

7. Ненахова, Е. В. Ультрафиолетовое излучение. Влияние ультрафиолетового излучения на организм человека: Учебное пособие для вузов / Е. В. Ненахова, Л. А. Николаева. — Иркутск : изд-во ИГМУ, 2020. — С. 49–50.

8. Пантелеев, С. В. Проблемы и перспективы метрологического обеспечения измерений энергетической освещенности в УФ-диапазоне / С. В. Пантелеев // Главный метролог [сайт]. — 2015. — № 6. — URL: <https://metro.ru/html/Stati/metrolob/uf-diapazon.html> (дата обращения : 01.03.2022).

9. Датчики УФ-излучения компании GUNUV / СЕНСОРИКА : [сайт]. — URL: <http://www.sensorica.ru/news/uv-sensor.shtml> (дата обращения : 01.03.2022).

10. Классификация датчиков и их назначение / FB : [сайт]. — URL: <https://fb.ru/article/462251/klassifikatsiya-datchikov-i-ih-naznachenie> (дата обращения : 01.03.2022).

11. Артюков, И. Детекторы ультрафиолетового излучения / И. Артюков // Фотоника. — 2008. — № 5 (11). — С. 26–33.

Об авторах:

Саяпина Диана Геннадьевна, студент кафедры «Автоматизация, мехатроника и управление» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), sayapinadiana1488@gmail.com

Сивоконь Виктор Евгеньевич, доцент кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент sve6599@yandex.ru

Лимаренко Николай Владимирович, доцент кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, limarenkodstu@yandex.ru

About the Authors:

Sayapina, Diana G., Student, Department of Automation, Mechatronics and Control, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), sayapinadiana1488@gmail.com

Sivokon, Viktor E., Associate Professor, Department of Electrical Engineering and Electronics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand. Sci., Associate Professor, sve6599@yandex.ru

Limarenko, Nikolay V., Associate Professor, Department of Electrical Engineering and Electronics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand. Sci., Associate Professor, limarenkodstu@yandex.ru