

УДК 613.1.16:614.875

## ОЦЕНКА ОБЩЕБИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



**А.Н. Красовский**

Доцент кафедры общего землеведения и гидрометеорологии БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент



**И. И. Бручковский**

Аспирант



**С. В. Маньковская**

Заместитель директора ГНУ "Институт физиологии НАНБ" по инновационной работе, кандидат медицинских наук, доцент



**Э.С. Кашицкий**

Ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта Института физиологии НАН Беларуси, кандидат медицинских наук., доцент



**С. В. Кострица**

Первый заместитель директора ДРОЦ "Ждановичи"



**Т. Д. Садовская**

Младший научный сотрудник ГНУ "Институт физиологии НАНБ"

Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы (ННИЦ МО) БГУ, Республика Беларусь

ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», Республика Беларусь

Детский реабилитационно-оздоровительный центр «Ждановичи», Республика Беларусь

E-mail: krasovsky@bsu.by, sadovskaya.tanya@mail.ru, kostritza@yandex.ru

**Аннотация.** Исследование посвящено свойствам, как положительным, так и отрицательным, ультрафиолетового излучения на организм человека. Представлены данные разработанной автономной дистанционной системы для мониторинга состояния озонового слоя и измерения доз активного биологического ультрафиолетового излучения. Для качественного информационного сопровождения населения планируется расширение спектра измеряемых параметров окружающей среды и общедоступность сообщаемых данных.

**Ключевые слова:** климат, ультрафиолетовое излучение, витамин D, рак кожи.

Климатообразующие факторы в зависимости от их природы и происхождения подразделяются на три основных группы: 1) космические; 2) атмосферные и метеорологические; 3) земные и теллурические. Климат – многолетний режим погоды, определяющийся закономерной последовательностью метеорологических процессов. В целом, климат достаточно постоянное явление, которое без заметных изменений может удерживаться в течение весьма продолжительного периода времени (геологическая эпоха). Этим климат отличается от погоды -

состояния метеорологических условий в данное время, которое может изменяться ежедневно, даже ежечасно [1, 2].

К космическим факторам относятся в основном солнечное и звездное излучения. Солнечная радиация представляет собой сложный комплекс лучистой энергии. Солнечный свет включает электромагнитные колебания, начиная от длинноволновых инфракрасных лучей и заканчивая короткими ультрафиолетовыми. У земной поверхности солнечный спектр состоит из лучей с длиной волны от 290 до 3 нм. Все они обладают биологическим действием и в зависимости от длины волны оказывают то или иное влияние на живой организм.

Видимая на небесном своде в форме диска поверхность Солнца, называемая фотосферой, не является однородной. На ней периодически возникают пятна, которые соответствуют местам расположения сильных магнитных полей. Интенсивность образования пятен выражается числом Вольфа. На поверхности Солнца также видны яркие области солнечных возмущений и вспышки в солнечной хромосфере. Все перечисленные явления солнечной активности характеризуются достоверно установленной цикличностью в 27 дней и 11 лет [1]. Очень часто следствием увеличения солнечной активности являются магнитосферные бури, которые делят на малые, умеренные, большие и очень большие. Резкое изменение геомагнитного поля может способствовать возникновению различных патологических явлений в организме человека.

Для медицинской климатофизиологии представляют интерес в основном нижние слои атмосферы (тропосфера) и химические факторы – газы и различные примеси (аэрозоли). Содержание ряда газов относительно постоянно (в объемных процентах): азот – 78,08; кислород – 20,95; аргон – 0,93; водород – 0,0005; неон – 0,0018; гелий – 0,0005; криптон – 0,0001; ксенон – 0,00009. Содержание других газов подвержено значительным изменениям, в частности углекислого газа, колеблется от 0,03 до 0,05 об.% [2]. Химические вещества могут активно воздействовать на организм человека. Из этих факторов воздуха абсолютное значение для жизни имеет кислород. Снижение его парциального давления приводит к явлениям кислородной недостаточности и развитию различного рода компенсаторных реакций (увеличения объема дыхания и кровообращения, изменение содержания эритроцитов и гемоглобина и др.).

В последние годы отмечено общее ухудшение экологической обстановки, изменение климата, загрязнение атмосферы и водной среды [1]. Наряду с этим возникла проблема, связанная с влиянием на здоровье человека солнечного излучения и избыточного ультрафиолетового облучения. Глобальный процесс деградации озонового слоя Земли, одним из проявлений которого является образование «озоновых дыр», привел к нарушению привычного режима естественного ультрафиолетового излучения.

Ультрафиолетовое излучение – это не воспринимаемая человеческим глазом коротковолновая часть солнечного спектра, обладающая электромагнитным характером и фотохимической активностью [2]. УФИ обладает бактерицидным действием, приводя к гибели микробные клетки и вирусы, нормализует обмен веществ, снижает проявление ряда кожных заболеваний, таких как псориаз, экзема, дерматиты. Нехватка УФИ проявляется в раздражительности, бессоннице, быстрой утомляемости. УФИ, в виду образования под его действием витамина D, играет важную роль в профилактике рахита у детей. В частности, витамин D<sub>3</sub> (холекальциферол) мало зависит от поступления в организм с пищей (в отличие от витамина D<sub>2</sub> – эргокальциферола), он образуется из находящегося в коже предшественника (провитамина D<sub>3</sub>) под влиянием ультрафиолетовых лучей и зависит от кожной пигментации, широты расположения региона, продолжительности дня, времени года, погодных условий и площади кожного покрова, не прикрытого одеждой. При воздействии солнечного света в сыворотке крови повышается концентрация кальцидиола (биологически активная форма витамина D<sub>3</sub>, образующаяся в печени под влиянием печеночных ферментов на первом этапе его метаболизма). С возрастом отмечается его снижение в сыворотке крови ввиду прогрессирования недостаточности функции почек, уменьшения пребывания на солнце и способности меланина кожи вы-

рабатывать витамин D. Витамин D принимает участие в регуляции пролиферации и дифференцировки клеток органов и тканей организма, белкового, липидного и минерального обмена, синтеза рецепторных белков, ферментов, гормонов. Витамин D и его метаболиты оказывают супрессорное действие на иммунную систему путем ингибирования пролиферации клеток (преимущественно лимфоцитов и фагоцитов), синтеза иммуноглобулинов и замедления дифференцировки пре-B-лимфоцитов в плазматические клетки, что играет важную роль в патогенезе аутоиммунных заболеваний. Кроме того, метаболиты витамина D (кальцидиол и кальтриол) положительно влияют на врожденный иммунитет, способствуя синтезу реактивных форм кислорода, оказывающих мощное противомикробное действие [3].

Косвенной оценкой общебиологического действия УФ радиации на организм является способность вызывать эритему (покраснение кожи). Основанием для такой оценки является то, что излучение, обладающее наибольшим эритемным действием ( $\lambda=297$  нм), обладает и наибольшим антираhitным действием. Поэтому для оценки биологической эффективности УФ облучения используют понятие эритемная облученность: это величина потока, оцениваемая по эритемному действию, единица измерения – «эр» (такая мощность УФ радиации, которая производит такое же эритемное действие, как 1 Вт при  $\lambda=297$  нм).

Для эритемной облученности характерна такая же особенность как и вообще для УФ радиации: основной вклад в суммарную радиацию, приходящую на горизонтальную поверхность, дает рассеянная радиация. Даже в околополуденные часы летних месяцев доля рассеянной радиации составляет, примерно, 0,7, а в зимние месяцы приближается к единице.

С целью осуществления задач мониторинга доз биологически активного ультрафиолетового излучения в НИИЦ МО разработана автономная дистанционная система ПИОН-Ф для мониторинга состояния озонового слоя и измерения доз активного биологического ультрафиолетового излучения (УФ-индекса). ПИОН-Ф представляет собой фильтровый двухканальный фотометр, работающий в диапазонах длин волн 280-320 и 305-345 нм соответственно [4]. Для предварительного анализа данных используются возможности встроенного микроконтроллера с архитектурой ARM, что позволяет проводить расчет общего содержания озона и УФ-индекса в режиме реального времени. ПИОН-Ф полностью автономен, не требует внешних источников питания и связи с компьютером для хранения и обработки данных.

Для практической реализации задач мониторинга УФ-индекса ПИОН-Ф был установлен в санатории «Лесное» (Витебская область, 54.597498 с.ш., 27.998082 в.д.), где получен и проанализирован ряд данных о значениях УФ-индекса с временным разрешением около 20 с.

На территории Национального парка «Нарочанский» представлены смешанные листовенно-хвойные ландшафты, озеро Нарочь с обширной водной поверхностью до 80 кв.км. Это создаёт специфические условия для биологически активной солнечной радиации (УФИ), фотосинтетически активной радиации (ФАР), а также общей облучённости приземным солнечным облучением [4, 5].

Измерения УФИ проводилось с помощью автономной дистанционной системы для мониторинга состояния озонового слоя и измерения дозы активного биологического ультрафиолетового излучения (УФ-индекс) – ПИОН-Ф.

Ситуация в Республике схожа с наблюдаемой в других странах: за последние 10 лет в структуре заболеваемости населения произошел рост удельного веса рака кожи с 6,3 до 10,4 % у мужчин и с 10,3 до 16,1 % у женщин [6]. В связи с этим, исследования по изучению взаимосвязи между уровнями УФИ и заболеваемостью населения являются для Беларуси важными и актуальными.

Для предупреждения возникновения нарушений здоровья, связанных с воздействием ультрафиолетового излучения, чрезвычайно важно своевременное информирование населения о потенциальной опасности избыточного воздействия ультрафиолетового излучения и возможных мерах защиты.

Для максимально качественного информационного сопровождения населения в дальнейшем планируется расширение спектра измеряемых параметров окружающей среды и общедоступность сообщаемых данных.

#### **Список литературы**

- [1]. Логинов, В.Ф. Изменения климата. Тренды, циклы, паузы / В.Ф. Логинов, В.С. Микуцкий. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 179 с.
- [2]. Учебник по восстановительной медицине / под ред. А.Н. Разумова, И.П. Бобровницкого, А.М. Василенко. – М.: Восстановительная медицина, 2009. – 648 с.
- [3]. Витамин D: роль в профилактике развития и прогрессирования соматических заболеваний / Е.Г. Малаева // Семейный доктор. – 2018. - №1. – С. 45-47.
- [4]. Спектрорадиометр для мониторинга приземного ультрафиолетового солнечного излучения / Л.Н. Турышев [и др.] // Журн. прикладной спектроскопии. – 2005. – Т. 72, № 2. – С. 264-270.
- [5]. Бюллетень экологического состояния озёр Нарочь, Мястро, Баторино (2015 год) / Т.В. Жукова [и др.]; под общ.ред. д-ра биол. наук Т.М. Михеевой. – Минск. – 2016. – 99 с.
- [6]. Залуцкий И.В., Фрадкин С.З., Римденко Г.В. Результаты лечения больных меланомой кожи (20-летний опыт) // II съезд онкологов стран СНГ (Киев, 23-26 мая 2000). – Киев, 2000. – № 794.

## **EVALUATION OF THE GENERAL BIOLOGICAL EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION**

**A.N. KRASOVSKY, PhD**

*Associate Professor of the Department of General Geography and Hydrometeorology of the Bel-arusian State University*

**I. I. BRUCHKOVSKY**

*Postgraduate*

**S. V. MANKOVSKAYA, PhD**

*Deputy Director of the Institute of Physiology NASB for Innovative Work, Associate Professor*

**E. S. KASHITSKY, PhD**

*Leading researcher at the Laboratory of Nutrition and Sports Physiology of the Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus*

**S. V. KOSTRITSA**

*First Deputy Director of the "Zhdanovichy"*

**T. D. SADOVSKAYA**

*Junior researcher of the Institute of Physiology NASB*

*National Scientific Research Center for Monitoring the Ozonosphere (NRCMO) BSU, Republic of Belarus  
Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus  
Children's rehabilitation and health center "Zhdanovichy", Republic of Belarus  
E-mail: krasovsky@bsu.by, sadovskaya.tanya@mail.ru, kostritza@yandex.ru*

**Abstract.** The study is devoted to the properties, both positive and negative, of ultraviolet radiation on the human body. The data of the developed autonomous remote system for monitoring the state of the ozone layer and measuring the doses of active biological ultraviolet radiation are presented. For high-quality information support of the population, it is planned to expand the range of measured environmental parameters and the general availability of the reported data.

**Key words:** climate, ultraviolet radiation, vitamin D, skin cancer.