

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 613.165

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УФ ИНДЕКСА

С.Г. Коновалов, С.А. Акулов

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)»

При изучении биологических эффектов удобно ограничить диапазон УФ излучения от 100 до 380-400нм. Нижняя граница приблизительно соответствует границе эффекта ионизации в биологических материалах. С другой стороны диапазон ограничивается наименьшей длиной волны видимого света.[1]

Критическими органами, подверженными воздействию ультрафиолета, являются кожа, глаза и иммунная система. [2] Эффекты могут быть разделены на две основных группы: детерминированные и стохастические. Детерминированные эффекты связаны напрямую с воздействием излучения, тогда как стохастические эффекты проявляются в форме возрастания риска появления определённых заболеваний.

УФ-индекс был введен с целью упрощенной оценки воздействия ультрафиолетового излучения в виде единичного числа. [3] Медико-биологические эффекты УФ излучения принято оценивать на основании его биологически эффективной интенсивности, определяемой путем умножения спектральной энергетической освещенности на спектр действия с последующим суммированием по всему спектру излучения. [2] В основе вычисления УФ индекса лежит эритемный спектр действия, он рассчитывается путём умножения эритемно-взвешенной облучённости в Вт/м² на 40. [3]

Для индивидуального мониторинга УФ составляющей солнечного излучения существуют дозиметры качественного и количественного типов. В первом типе используются сенсоры, основанные на фотохромных превращениях органических соединений различного типа. Дозиметры этого типа наиболее простые в эксплуатации, но обладают весьма серьёзными недостатками, прежде всего, субъективность оценки получаемой дозы. Основу дозиметров второго типа составляют полупроводниковые сенсоры УФ-излучения [4]. Данный тип дозиметров предполагает регулярную калибровку и соответствующую корректировку результатов измерения [5].

Разрабатываемый прибор для оценки УФ индекса – носимое устройство для индивидуального мониторинга интенсивности и оценки дозы полученного УФ излучения. Основные задачи прибора: оценка

мгновенного значения УФ индекса и полученной эритемно-взвешенной дозы УФ излучения, предупреждение при приближении дозы к максимально допустимой. При выборе элементов следует учитывать основные требования: малые габаритные размеры, низкое энергопотребление и невысокая стоимость.

В качестве первичного преобразователя выбраны датчики УФ-индекса Si1145. Основными преимуществами данных датчиков являются малые габаритные размеры, низкое энергопотребление, невысокая стоимость, а также возможность подключения по цифровому интерфейсу. В качестве устройства приема и обработки информации выбран микроконтроллер ATmega16U4 в корпусе TQFP44, также предусмотрены часы реального времени на микросхеме DS1337, FLASH память.

С целью уменьшения погрешности измерения, возникающей по причине нестабильности угла падения света на устройство, было предложено использовать 6 одинаковых датчиков, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях на гранях мнимого куба. На рисунке 1 показана запись сигналов с каждого датчика (штриховые и штрихпунктирные линии) и сигнал, полученный в результате расчета (сплошная линия) при расположении сборки в фиксированной точке пространства относительно источника излучения и при плавном повороте её относительно направления падения излучения.

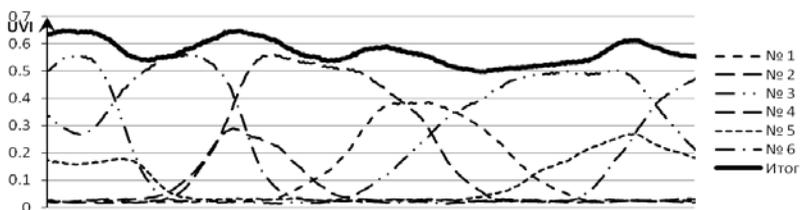


Рисунок 1 – Сигналы с отдельных датчиков и результирующий сигнал при изменении направления падения света

На рисунке видно, что отдельные значения на выходе каждого датчика изменяются в широких пределах, в то время как результирующее значение изменяется не более чем на 23%. Несмотря на необходимость доработки, очевидна работоспособность такого подхода.

В качестве примера работы устройства, на рисунке 2 показан фрагмент записи мгновенных значений УФ индекса и оценка полученной эритемно – взвешенной дозы за период измерения, выраженной в Дж/м².

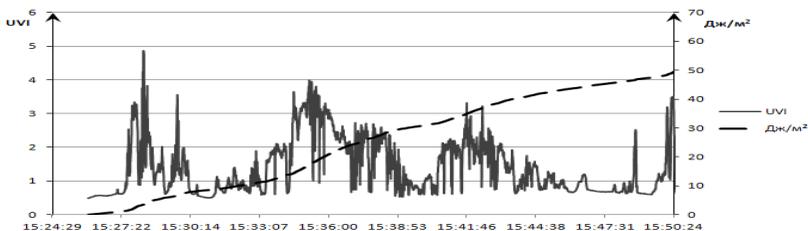


Рисунок 2 – Фрагмент записи мгновенных значений УФ индекса и полученной за период измерения эритемной дозы излучения

Измерения проводились в условиях переменной облачности, что хорошо отражено на записи, так как параметры облачности являются одним из факторов, наиболее сильно влияющих на мощность УФ излучения Солнца у поверхности Земли.

Результаты работы

Разработан отладочный макет устройства. Эксперименты показали необходимость дальнейшей доработки прибора. Однако уже сейчас можно сказать, что подход, применяемый при проектировании, оправдан, и позволяет эффективно решать поставленную задачу.

Список использованных источников

- 1 Nonionizing radiation protection. Ultraviolet radiation./Faber.M. //WHO regional publications.European series.1988;25:13-48.
- 2 .Космическаябиологияимедицина [Текст]/ В.В. Антипов [идр.] // Т. 3, кн. 2. - М.: Наука, 1997. – 549с.
- 3 The UV Index: Definition, Distribution and Factors Affecting It./Fioletov V., Kerr J., Fergusson A.// Canadian journal of public health. 2010;101(4):15-19.
- 4 Современные средства детектирования УФ излучений и их применение./Зотов В.Д., Виноградова Е.П., Грошев Р.С.// Труды конференции "Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения" Москва, 2010, с. 533-541.
- 5 Instruments to Measure Solar Ultraviolet Radiation. Part 2: Broadband Instruments Measuring Erythemally Weighted Solar Irradiance./ Seckmeyer G.,Bais A., Bernhard G., Blumthaler M., Booth C.R., Lantz K., McKenzie R.L.// WMO-GAW report No.164, 2008 (WMO TD-No. 1289).