ВАРИАЦИИ СВЕТИМОСТИ UVB-UVA В 24-М ЦИКЛЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Шаповалов С.Н.

«ГНЦ РФ Арктический и антарктический НИИ», Санкт-Петербург, Россия

ANALYSIS OF LUMINOSITY UVB-UVA IN 24th SOLAR ACTIVITY CYCLE

Shapovalov S.N.

Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg, Russia

The results of the analysis of the relationship of the spectral lines of solar luminosity with the total solar radiation and the total magnetic field of the Sun in the 24th cycle of solar activity are presented. Based on the histogram of the correlation of the selected SSI lines, a correlation analysis of the energy of $\lambda 320$ nm, as well as the results of observations of solar UV radiation at station Novolazarevskaya since 2008 to 2018, conclusions are drawn about the dependence of the luminosity of UVB (315–280nm) -UVA (400–315nm) on changes in the total magnetic field of the Sun in the Hale cycle. A pronounced dependence of the NIR700-800nm radiation on the TSI change in the Schwabe-Wolf cycle ($r \sim 0.7$) was established, which is an important addition to the study of the relationship between the temperature regime in the surface layer of the atmosphere and solar activity.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-451-454

Введение

В работе [1] показаны результаты спектральных наблюдений интенсивности NUV 330–297 nm за период с 01.01.2008 г. по 01.01.2017 г. на ст. Новолазаревская и сделаны выводы о противоположной зависимости среднегодовых стандартных отклонений светимости диапазона от общей солнечной радиации (Total Solar Irradiance, TSI). С целью изучения роли циклов солнечной активности Швабе-Вольфа и Хейла в установленной зависимости в настоящей работе представлены результаты корреляционного анализа энергии спектральных линий на выбранных участках спектра солнечной светимости со значениями TSI и общего магнитного поля Солнца по данным <http://lasp.colorado.edu/home/sorce/data/ssi-data/>, <http://lasp.colorado.edu/home/sorce/data/tsi-data/> и wso.stanford.edu/meanfld/MF в 24-ом цикле солнечной активности.

Результаты

В проведении анализа использовались первичные (среднесуточные) данные Solar Spectral Irradiance (SSI) на линиях шкалы спектра от 0.5 nm до 1000 nm (с интервалами ~ 100 nm) за период с 01.01.2008 г. по 01.08.2018 г. Первичные данные преобразовывались в среднемесячные и среднегодовые оценки энергии. Исключением в величине интервала являются реперы

$\lambda 121.5 \text{ nm}$ ($\text{Ly}\alpha$) и $\lambda 320 \text{ nm}$ (введена как эритемный репер между диапазонами UVB и UVA). Далее выполнялся корреляционный анализ и сопоставление рядов по среднемесячным и среднегодовым значениям. На рис. 1 представлена гистограмма корреляции SSI с TSI и MF за период с 01.01.2008 г. по 01.08.2018 г.

Рис. 1. Гистограмма корреляции энергии спектральной солнечной светимости (SSI) на линиях шкалы спектра 0.5–1000 nm с общей солнечной радиацией (TSI) и общим магнитным полем Солнца (MF) за период с 01.01.2008 г. по 01.08.2018 г.

На рисунке видно, что максимальные коэффициенты r достигаются в области от UVX 0.5 nm до UVC 200 nm ($r \sim 0.93$), а также в диапазоне NIR 700–800 nm ($r \sim 0.69$). По величине и характеру изменения r следует вывод, что воздействие SSI на атмосферу имеет избирательный характер: верхняя атмосфера находится под воздействием энергии UVX 0.5–UVC 200 nm, а нижняя, под воздействием NIR 700–800 nm, что должно проявляться во временных характеристиках терморежима приземного слоя атмосферы. Распределение коэффициентов корреляции SSI с MF отличается от TSI. Наибольшая корреляция достигается на линии $\lambda 320 \text{ nm}$ ($r \sim 0.6$). Этот показатель является предметом междисциплинарного изучения, т.к. в наземных наблюдениях содержания O_3 проводятся расчеты энергетической освещенности UVB в полосах пропускания светофильтров $\lambda 302 \text{ nm}$ и $\lambda 326 \text{ nm}$, которые установлены в конструкции мониторинговых спектрофотометров М-124. По части актуальности в биосфере излучение $\lambda > 320 \text{ nm}$ ($E < 3.10 \text{ эВ}$) не оказывает бактерицидного воздействия на микрофлору [2]. На рис. 2 представлено сравнение среднемесячных значений $E_{320 \text{ nm}}$ с MF и TSI за период с 01.01.2008 г. по 01.08.2018 г. На рисунке видно временное

согласование хода $W/m^2/nm$ (SSI) и mkT (MF). Особенно выраженная связь $W/m^2/nm$ (SSI) с mkT (MF) установлена в корреляции среднегодовых оценок E_{320} и MF (рис. 3).

Рис. 2. Сравнение среднемесячных значений E_{320nm} с общим магнитным полем Солнца (а) и общей солнечной радиацией (б) в 24-ом цикле солнечной активности.

Заключение

Исследование светимости UVB(315–280 nm)–UVA(400–315 nm) имеет фундаментальное значение в цепи механизма солнечно-атмосферных связей и проблеме глобального изменения климата, т.к. энергия данных диапазонов является основным источником фотодиссоциации в атмосфере, например, реакция:

и ключевая реакция при образовании тропосферного озона:

С учетом полученных результатов из этого следует, что фотореакции $E < 4.43 \text{ eV}$ ($\lambda > 280 \text{ nm}$), в которых O_3 образуется в фотолитическом цикле NO_2 (в отличие от фотодиссоциации O_2 в стратосферном механизме), обусловлены изменениями MF в большей степени, чем изменения TSI. Следовательно, в оценке зависимости фотохимических процессов в нижней атмосфере, а также фотосинтеза от циклов СА роль 22-ти летней солнечной активности (цикл Хейла) представляется первостепенной. В оценке зависимости терморежима приземной атмосферы первостепенную роль занимает излучение NIR 700–800 nm в цикл Швабе-Вольфа.

Рис. 3. Сравнение хода среднегодовых оценок $E_{320\text{nm}}$ и общего магнитного поля Солнца (MF) в 24-ом цикле солнечной активности

Литература

1. Шаповалов С.Н., Трошичев О.А. Спектральные наблюдения солнечной радиации NUV297–330nm в 24-м цикле солнечной активности (Антарктида). Всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца "Солнечная и солнечно-земная физика". Сб. трудов конф/Под ред. А.В. Степанова, Ю.А. Наговицына. СПб: 2018, с. 417-420.
2. Khalikova F.R., Kupriyanov V.N. Experimental studies of the penetration of UV radiation through window glass // Scientific and technical journal. Bulletin MGSU, 2011, № 3, Т. 2. P. 30-35.
3. Benevolenskaya, E.E., S.N. Shapovalov, I.G. Kostuchenko. Solar spectral irradiance and total solar irradiance at a solar minimum // Geomagnetism and Aeronomy. 2014. Vol. 54, Issue 7. P. 926-932.