

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ NUV 297–330 NM В 24-М ЦИКЛЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ (АНТАРКТИДА)

Шаповалов С.Н., Трошичев О.А.

Арктический и антарктический НИИ, Санкт-Петербург, Россия

SPECTRAL OBSERVATIONS OF SOLAR RADIATION IN THE RANGE NUV 297–330 NM IN 24-TH SOLAR ACTIVITY CYCLE (ANTARCTICA)

Shapovalov S.N., Troshichev O.A.

Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg, Russia

The main results of spectral observations of solar radiation in the range NUV 297–330 nm obtained at Novolazarevskaya station (Antarctica) in the 24-th cycle of solar activity (2008–2017) are presented. In the analysis of the data the inverse dependence of the course of the average season (September-February) values of standard deviations (SD) of radiation on the values of total solar radiation (TSI) is established. In the analysis periodogram revealed the time range of the radiation with harmonics 3–10 min, 20–30 min, ~50–60 min, 160–170 min. The resulting estimate of when the left bound of the range (NUV 297–305 nm) with the level of the mesopause ($r \sim 0.75$).

DOI: 10.31725/0552-5829-2018-417-420

Введение

В проблеме глобального изменения климата важную роль занимают исследования вариаций общей (TSI) и спектральной солнечной радиации (SSI) в 11-летнем цикле солнечной активности (СА). Спутниковые наблюдения различных параметров атмосферы не дают однозначного ответа на вопрос о температурном тренде климата. Что касается общего содержания воды в атмосфере, как основного показателя в радиационном балансе, то оно достаточно устойчиво к изменениям СА.

Результаты вейвлет анализа SSI за период глубокого минимума 23–24-го цикла СА показали [1], что зависимость различных участков спектра от образования и развития комплексов активности (КА) имеет разную величину. Строгая зависимость отмечается в диапазоне FUV 115–180 nm, менее выраженная на участках UV 180–309 nm, Vis 380–739 nm и NIR 740–1500 nm, и совсем слабая в диапазоне NUV 310–380 nm, на который приходится более 70% приходящего к земной поверхности УФ-излучения. Это означает, что временные характеристики фотохимических процессов в нижней атмосфере и биосфере, являются независимыми от ряда факторов СА.

Результаты

В спектральных наблюдениях диапазона NUV 297–330 nm, проводившихся с 2008 г. по 2017 г. на ст. Новолазаревская (Антарктида) с помощью спектрометра AvaSpec-2048 (www.avantes.com) установлена обратная зависимость среднесезонных значений (стандартные отклонения) излучения от значений общей солнечной радиации (TSI), полученных по данным The Solar Radiation and Climate Experiment (SORCE). Установленная зависимость представлена на рис. 1. Так как основной вклад в TSI вносит фотосфера и линии SSI, формирующиеся в хромосфере и солнечной короне, то согласно рис. 1 противоположная TSI динамика NUV 297–330 nm свидетельствуют о процессах в фотосфере, противоположных ходу факторов SA.

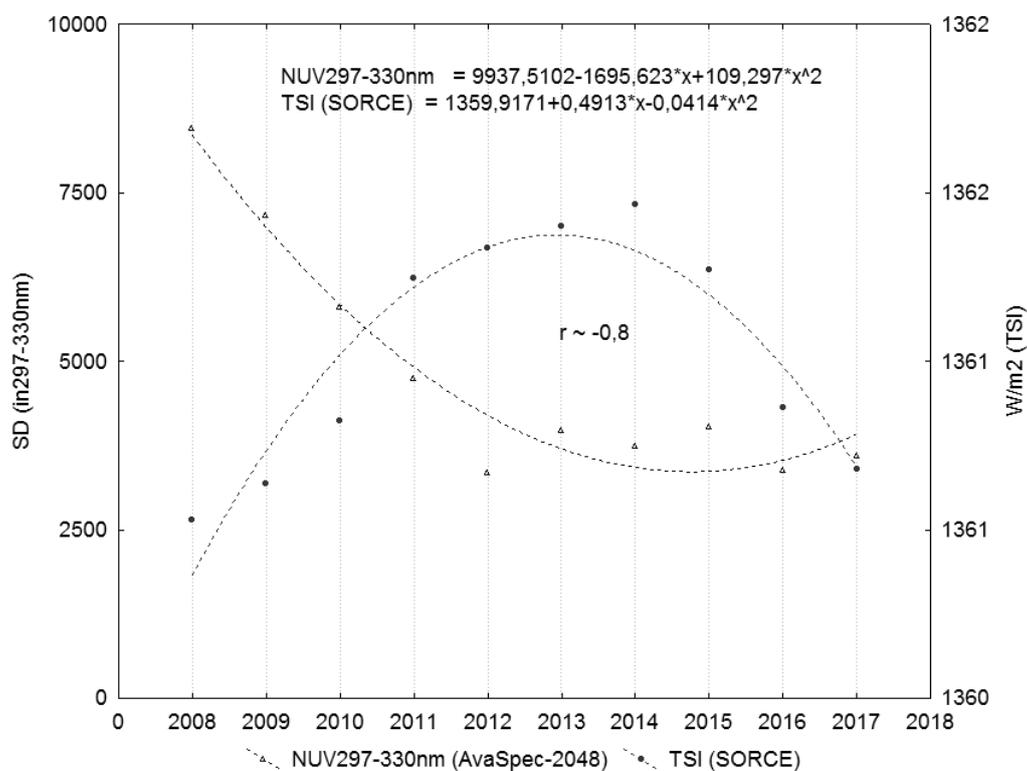


Рис. 1. Сравнение среднесезонных (сентябрь–февраль) значений излучения NUV 297–330 nm по данным AvaSpec-2048 (ст. Новолазаревская) и общей солнечной радиации (TSI) по данным <http://lasp.colorado.edu/sorce> в 24-м цикле солнечной активности

По данным наблюдений в сезоны незаходящего Солнца, когда спектральные измерения выполняются круглосуточно в автоматическом режиме, во временном диапазоне излучения NUV 297–330 nm выявлена группа гармоник ~ 3 –10 мин, ~ 20 –30 мин, ~ 50 –60 мин, ~ 160 –170 мин, характеризующаяся устойчивостью амплитуд (в ед/ спектральной плотности) на разных стадиях СА [2]. В периодограммах всего цикла наблюдений (более 1500) выделяется доминирующая по амплитуде гармоника 3–10 мин, что согласно спутниковым наблюдениям КОРОНАС-Ф тождественно макси-

муму частотного спектра солнечных осцилляций («пятиминутные колебания» Солнца). На рис. 2 представлено сравнение частотного спектра «пятиминутных» колебаний Солнца на линии 350 nm (КОРОНАС-Ф) с амплитудным спектром флуктуаций NUV 297–330 nm (AvaSpec-2048). На рисунке видно, что в амплитудном спектре интервал абсциссы 3–7 мин соответствует интервалу максимума частотного спектра солнечных осцилляций (2.7 mHz – 3.5 mHz) для линии 350 nm, которой характерна максимальная амплитуда солнечных осцилляций в SSI [3].

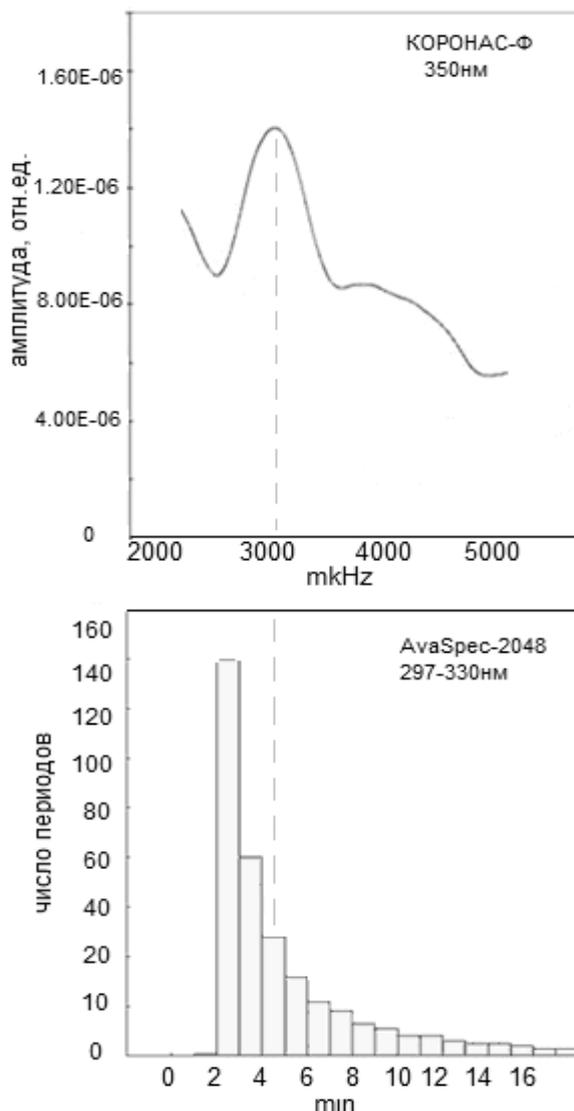


Рис. 2. Частотный спектр «пятиминутных» колебаний Солнца (2.7 mHz – 3.5 mHz) по данным <http://coronas.izmiran.ru/F/DIFOS/results> (вверху) и амплитудный спектр флуктуаций NUV 297–330 nm (внизу) по данным AvaSpec-2048 (ст. Новолазаревская)

Заключение

Важной особенностью излучения NUV 297–330 nm является связь левой границы диапазона с параметрами верхней мезосферы. Данная связь установлена при аппроксимации флуктуаций энергии узкого диапазона

UV 297–305 nm с уровнем мезопаузы, Z_{mes} (рис. 3). Учитывая, что временные изменения Z_{mes} тождественны изменениям концентрации содержания водяного пара, озона и других молекул в верхней мезосфере, представленная на рис. 3 аппроксимация демонстрирует зависимость параметров мезосферы не только от факторов СА, но также от процессов солнечной деятельности, обуславливающих динамику излучения NUV 297–330 nm в 11-летнем летнем цикле СА.

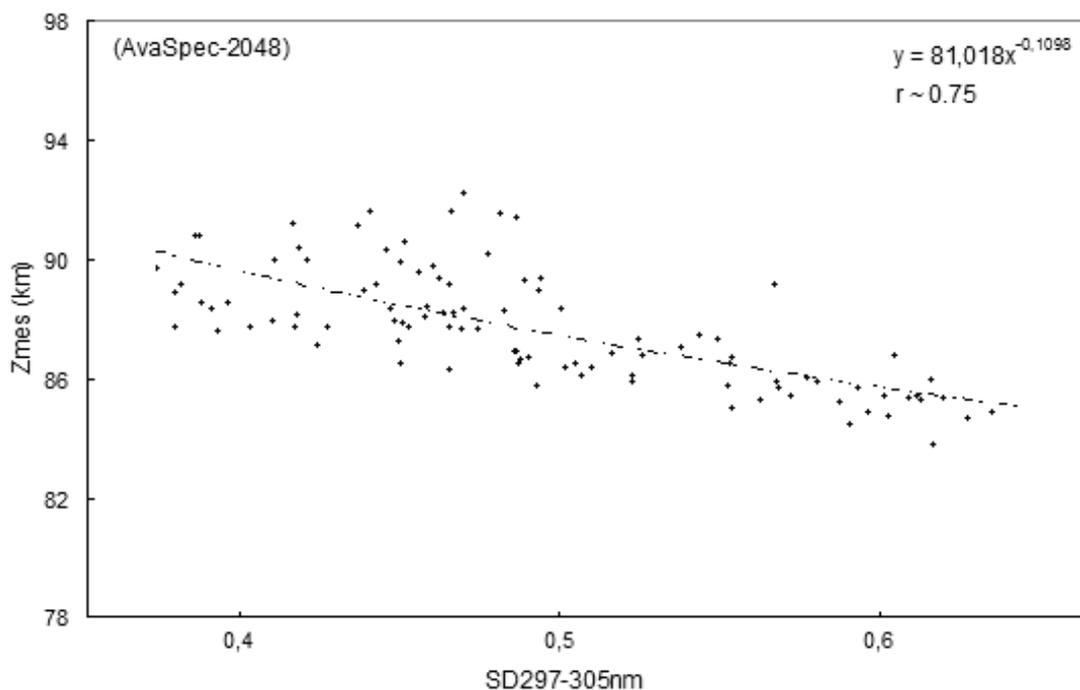


Рис. 3. Корреляция среднесуточных значений SD энергии NUV 297–305 nm по данным AvaSpec-2048 (ст. Новолазаревская) с уровнем мезопаузы (Z_{mes}) по данным The Aeronomy of Ice in the Mesosphere (AIM).

Авторы выражают глубокую благодарность И.В. Москвину, В.И. Поважному, Б.И. Бакаленко, И.В. Иванову и С.П. Ладутько за активное участие в спектральных наблюдениях на ст. Новолазаревская.

Литература

1. *Benevolenskaya E.E., S.N. Shapovalov, I.G. Kostuchenko.* Solar spectral irradiance and total solar irradiance at a solar minimum // *Geomagnetism and Aeronomy*. December 2014, Volume 54, Issue 7, p. 926-932.
2. *Shapovalov S.N., Troshichev O.A.* Study of Pulsed Signals in UV Spectra Lines of Free Atmosphere above the Antarctic Station Novolazarevskaya: Effect of the Solar Irradiance? First VarSITI General Symposium June 6–10, 2016, Albena, Bulgaria.
3. *Лебедев Н.И., Кузнецов В.Д., Ораевский В.Н., Штауде Й., Костык Р.И.* Гелиосейсмологический эксперимент ДИФОС на спутнике КОРОНАС-Ф // *Астрономический журнал*. 2004. Т. 81. № 10. С. 956-960.