

45. Шмелева А.А. Новые для Адриатического моря виды копепод и особенности их распределения // Океанология. – 1964. – Т. 4, вып. 6. – С. 1066–1072.
46. Юрахно В.М. Севастопольская и Неаполитанская биологическая станции – от основания до наших дней // МЭЖ. – 2007. – VI, № 3. – С. 90–98.
47. Kousulov A., Kamburska L., Moncheva S. et al. The invasion of *Beroe ovata* in the Black Sea. Why a warning for ecosystem concert? – Int. Conf. on the Oceanogr. of the Eastern Mediterr. and the Black sea/ Similarities and differences of the two interconnected basin (Athens, Feb. 23–26, 1999). Abstr. Zappeion Int. Conf. Centre. – Athens, Greece. – 1999. – P. 79–80.
48. Kovalev A.V., Besiktepe S., Zagorodnyaya Yu. A., Kideys A.E. Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing // Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 1998. – Vol. 1. – P.199–207 – (Ser. 2. Environmental Secur. Vol. 47)
49. Kovalev A.V., Mazzocchi M.J., Siokou–Frangou J., Kideys A.E. Zooplankton of the Black Sea and the Eastern Mediterranean: similarities and dissimilarities // *Medit. Mar. Sci.* – 2001. – Vol. 2, № 1. – P. 69–77.
50. Kovalev A.V., Mazzocchi M. G., Kideys A. E., Toklu B., Skryabin V. A. Seasonal changes in the composition and abundance of zooplankton in the seas of the Mediterranean basin // *Turk. J. of Zoology.* – 2003. – Vol. 27. – P. 205–219.
51. Kovalev A.V., Mazzocchi M.J., Kideys A.E., Skryabin V.A. Neritization of the plankton fauna in the Mediterranean basin // *Мор. экол. журн.* – 2006. – Т. 5, № 1. – С. 5–15.
52. Kovalev A.V., Niermann U., Melnikov V. Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of the natural and anthropogenic factors // *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea.* Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 1998. – Vol. 1. – P.221–234.
53. Kovalev A.V., Shmeleva A.A., Kideys A.E. et al. The Fauna of Copepoda of Mediterranean replanishment of the new species // 8th Intern. Conf. On Copepoda (Taiwan, July 21–26, 2002): Keelung, Abstr. Book. – Taiwan, 2002. – P. 84
54. Kovalev A.V., Skryabin V.A., Zagorodnyaya Yu. A. et al. The Black Sea Zooplankton: composition, spatial/temporal distribution and history of investigations // *Turk. J. of Zoology.* – 1999.– Vol.23, № 2. – P. 195–209.
55. Niermann U., Kideys A.E., Kovalev A.V. et al. Fluctuations of pelagic species of the Open Black Sea during 1980–1995 and possible teleconnections // *Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies.* Netherlands: Kluwer Acad. Publ., 1999. – P. 147–173.
56. Ostrovskaya N.A., Gubanov A.D., Kideys A.E. et al. Production and biomass of *Acartia clausi* in the Black Sea during summer before and after the *Mnemiopsis* outbreaks // *Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea.* Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 1998. – P.163–170.
57. Treguboff G., Rose M. *Manuel de planctonologie Mediterraneeenne.* – Paris: Centre Nat. Rech. Sci. – 1957. – 589 p.

Холощев А.В., Горалевич Е.К., Пашкова Е.В.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ КАК ФАКТОР ДИНАМИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСО НАД УКРАИНОЙ

Значимым фактором заболеваемости населения саркомой, меланомой и некоторыми другими видами рака кожи, а также продуктивности любых фитоценозов является изменение потока солнечной радиации ультрафиолетового диапазона [1]. Значения потоков этих составляющих, поступающих на различные участки земной поверхности, определяются состоянием солнечной активности и общим количеством озона над ними. Поэтому, изучение закономерностей распределения ОСО над различными регионами мира является актуальной проблемой экологии и физической географии.

1. Постановка проблемы

Установлено, что стратосферный озон образуется в результате реакции цикла Чепмена [2,3]. Эти реакции возбуждаются потоками солнечной радиации с длинами волн менее 240 нм. Мощность этих составляющих в спектре солнечной радиации определяется состоянием солнечной активности. Они образуются в солнечной короне при вспышках на Солнце, температура соответствующих участков возрастает на 10 млн. К, что приводит к существенному усилению потоков ультрафиолета [4]. Поток среднего ультрафиолета возрастает на десятки процентов, дальнего – в единицы раз, крайнего – в десятки раз.

Состояние солнечной активности принято характеризовать ее индексами. Ранее всего начались наблюдения за таким индексом, как числа Вольфа – количество пятен и групп пятен одновременно наблюдаемых в фотосфере. Наблюдение за динамикой чисел Вольфа ведутся уже более 200 лет. Они весьма просты, дешевы и технологичны, тем не менее, в закономерности связи их изменений с изменениями ОСО над различными регионами Украины ныне изучено недостаточно. Учитывая это целью данной работы, является изучение условий, при которых солнечная активность значимо влияет на динамику ОСО над различными частями территории Украины.

2. Методика и фактический материал

Для достижения данной цели рассматриваются временные ряды среднемесячных чисел Вольфа, а также значения ОСО над различными участками территории Украины за период с января 1979 г. по декабрь 2007 г. В качестве количественной меры статистической связи между ними использовался коэффициент корреляции. Анализ автокорреляционных функций временных рядов ОСО показал, что число степеней свободы для всех месяцев равно 28. Это позволило рассчитать по стандартной методике значения порогов корреляции по критерию Стьюдента. Порог, превышение которого в значении корреляции позволяет утверждать о зависимости между рядами с вероятностью ошибки не более 5%, составлял 0,4 [5].

Временные ряды среднемесячных значений чисел Вольфа получены из Интернета сайта Пуковской Государственной Астрономической Обсерватории Российской Федерации [6]. Информация о распределении над территорией Украины ОСО за каждые сутки рассматриваемого периода времени в виде карт получена с сайта <http://bascoe.oma.be>.

Для преобразования подобных графических данных в числовые ряды была создана специализированная программа, позволяющая сопоставить то или иное значение ОСО площади квадрата территории Украины размерами 1 на 1 градус. Определялись с ее помощью значение ОСО, соответствующее различным суткам каждого месяца, в результате были получены для каждого квадрата по 12 временных рядов среднемесячных значений ОСО, содержащих по 28 членов. Результат корреляционного анализа связи между рядами чисел Вольфа и ОСО над тем или иным квадратом отображались в виде карт с использованием метода триангуляции Делоне [7].

3. Результаты и их анализ

В соответствии с рассматриваемой методикой был произведен анализ статистических связей между изменением солнечной активности и изменением ОСО над различными регионами Украины в каждый из 12 месяцев. Значимые связи были выявлены лишь для мая, июня. Наиболее сильной связью между этими процессами характерен май. Закономерности распределения значений коэффициента корреляции между рассматриваемыми процессами в мае приведены на рис. 1.

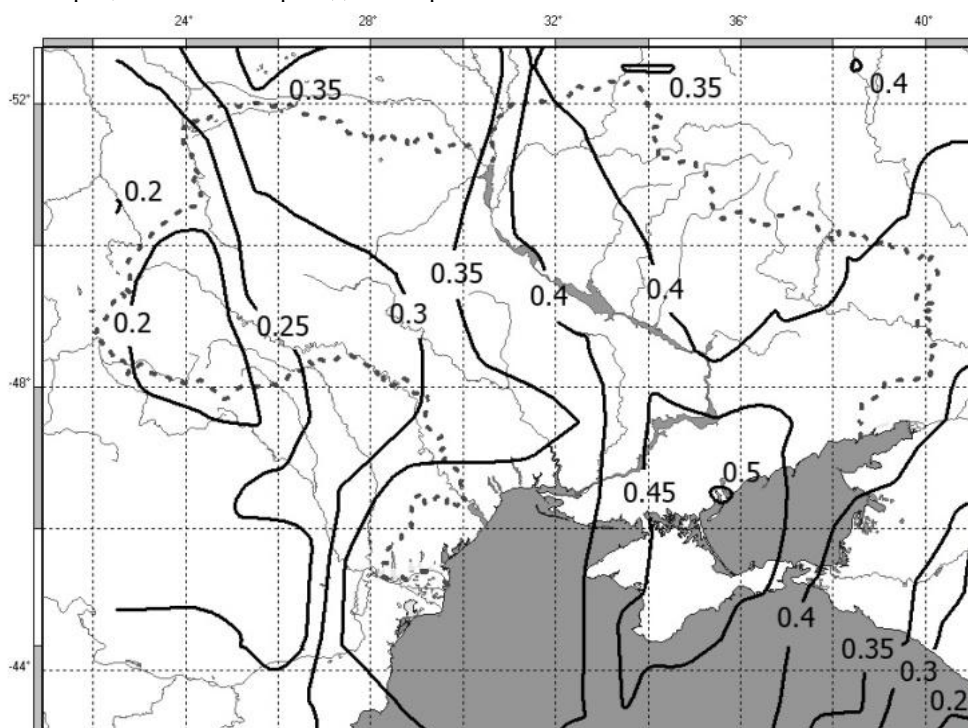


Рис.1. Распределение по территории Украины значений коэффициента корреляции временных рядов межгодовой изменчивости среднемесячных значений чисел Вольфа и ОСО над ее регионами в мае

Из рис.1 видно, что 95% порог достоверной корреляции 0,4 между рассматриваемыми корреляциями превышает над большинством районов Приднепровской низменности, Полтавской равнины, Донецкого края, Причерноморской низменности, Крыма, а также Азовским и Черным морями. К западу и северо-востоку от указанных районов корреляция снижается. Уменьшается она также и к юго-востоку в направлении Кавказа. Наиболее сильная корреляция отмечается над Крымом, Каховским водохранилищем и северо-западным побережьем Азовского моря.

4. Обсуждение

Полученные результаты соответствуют представлениям [2,3] о факторах межгодовой и сезонной изменчивости среднемесячных значений ОСО, согласно которым основное влияние на этот процесс оказывают изменения знака баланса между процессами образования стратосферного озона и его разрушения.

Образование озона происходит под влиянием ультрафиолетовой радиации Солнца. Среднемесячные значения ее потока изменяются в течение года соответственно динамике среднемесячных значений потока суммарной солнечной радиации, достигающих в Северном полушарии максимума в июне [8]. Межгодовые их изменения соответствуют изменениям состояния солнечной активности, характеризуемого числом Вольфа [4]. Какое либо запаздывание изменений потока образующегося озона по отношению к потоку участвующей в этом солнечной радиации не существует.

Разрушение озона обусловлено потоками продуктов фотолиза водяного пара, а также галогенидов различных веществ, доставляемыми в стратосферу циклонами. Упомянутые вещества циклоны в основном получают над районами их формирования и развития. Существенно уменьшает количество разрушенного ими озона метан и другие вещества, выделяемые в тропосферу на свободных от снега участках суши [9].

Поскольку основная часть приходящих в Украину циклонов образуется над Северной Атлантикой, время, затрачиваемое ими на перемещение в Украину, составляет 3–4 недели [10]. Какое либо запаздывание потоков в стратосферу метана и других веществ, препятствующих разрушению озона, отсутствует.

Поток водяного пара и галогенидов, доставляемых циклонами в стратосферу пропорционален содержанию в них этих веществ. Количество их в циклонах определяется средними температурами воды в районах их формирования, а также расположенных над ними сегментов тропосферы, определяемых поступающими в них потоками суммарной солнечной радиации [8]. Поэтому средние потоки водяного пара и галогенидов, поставляемых циклонами в озоновый слой над Украиной в некотором месяце, соответствуют характеристикам процессов их поступления в циклоны, имевшим место в районах их формирования в предыдущем месяце. В мае стратосферный озон над Украиной образуется солнечной радиацией, поступающей в стратосферу в том же месяце, а разрушается радикалами ОН и атомарным хлором, поступившими в атмосферу в апреле. К тому же и препятствует разрушению озона метан, выделяющийся с подстилающей поверхности также в мае.

В результате изложенного, образование озона над Украиной фактически определяется среднемесячным значением потоком солнечной радиации в том же месяце, а его разрушение – потоком солнечной радиации в предыдущий месяц.

Как известно [2,3,11], наибольшие значения разности указанных потоков, поступающих в регионы планеты, расположенные в умеренных широтах, достигается в апреле – мае, а наименьшее – в октябре – ноябре. Вследствие этого в апреле– мае образование озона над такими регионами, в том числе и Украиной, превосходит его разрушение более существенно, чем в прочие месяцы года. Обратное явление имеет место здесь в октябре – ноябре.

Таким образом, в апреле – мае влияние факторов разрушения озона на изменения ОСО над Украиной минимально, по сравнению с влиянием главного фактора, вызывающего его образование – потока коротковолновых составляющих солнечной радиации. Межгодовые изменения этого потока, как отмечалось выше, следуют изменениям чисел Вольфа, что, по видимому, и объясняет выявленную закономерность.

Учитывая изложенное можно предположить, что причиной выявленного распределения по территории Украины значений коэффициента корреляции межгодовых изменений среднемесячных значений ОСО и чисел Вольфа является то, что циклоны, доставляющие в озоновый слой потоки водяного пара и галогенидов, частично теряют эти вещества при выпадении из них атмосферных осадков. Так как циклоны следуют по территории Украины с запада на восток, содержание в них над ее западными районами этих веществ больше, чем над восточными. Поэтому над восточными регионами Украины влияние факторов разрушения стратосферного озона менее значимо, чем над ее западными регионами.

5. Вывод

Таким образом, установлено, что изменение состояния солнечной активности статистически значимо связаны со значениями ОСО над большинством районов Приднепровской низменности, Полтавской равнины, Донецкого кряжа, Причерноморской низменности, Крыма, а также Азовским и Черным морями в мае и июне, что позволяет использовать наблюдения астрономов за состоянием Солнца (чисел Вольфа) при прогнозировании потоков ультрафиолетовой радиации в южных, восточных и центральных регионах Украины.

Источники и литература

1. Александров Э.Л., Седунов Ю.С. Человек и стратосферный озон. – Л. «Гидрометеиздат». 1979 г.– 104 с.
2. Перов С.П., Хргиан А.Х. Современные проблемы атмосферного озона.–Л. «Гидрометеиздат». 1980 г., –287с.
3. Э.Л.Александров, Ю.А.Израэль, И.Л.Кароль, А.Х Хргиан. Озонный щит Земли и его изменения. С–Пб. «Гидрометеиздат» 1992 г., 288с.
4. Иванов Е. В. Физика солнечной активности, 1983, М. «Наука» 160 с.
5. Кендал М.Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. /Пер. с английского Э.Л. Пресмана, В.И. Ротаря, под редакцией А.Н. Колмогорова, Ю.В. Прохорова. М.: «Наука» Главная редакция физико– математической литературы. 1976 г., 736с
6. www.gao.spb.ru/database/esai (Monthly sunspot areas).
7. А. В. Скворцов. Триангуляция Делоне и ее применение. Томск.: Изд-во Томского государственного университета. 2002 г., 128с.

8. Иванов А. Введение в океанографию. Пер с французского Е. А. Плахина и Е. М. Шифриной. Под ред. Ю.Е. Очаковского и К.С.Шифрина. – М.: «Мир», 1978. – 574с.
9. Sheehle E. Emission and Protections of NonCO2 Greenhouse Gas from Developing Countries:1990–2020. DRAFT. June 2002,.,Sheehle. Elizabet@epa.gov.
10. Зверев А. С. Синоптическая метеорология и основы предвычисления погоды. Л.: «Гидрометеорологическое издательство», 1968 . – 774 с.
11. Холопцев А. В. О связи изменений значений аномалии средней температуры поверхности Северного полушария Земли с изменениями среднемесячных значений общего содержания озона в атмосфере над его умеренными широтами, проявляющееся в интервале климатической изменчивости // Культура народов Причерноморья. – №74. – 2006. –С.128–134.