

УДК 523.942

К вопросу об уровне солнечной активности в затяжном и глубоком минимуме циклов 23/24 и его влияние на климат Земли

И.С. Лаба¹, Л.Н. Янкив-Витковская², П.Г. Лисняк³, И.Я. Пидстрыгач¹

¹ Астрономическая обсерватория Львовского национального университета имени Ивана Франко, ул. Кирилла и Мефодия, 8, г. Львов, Украина, 79005
laba@astro.franko.lviv.ua

² Институт геодезии национального университета «Львовская политехника», ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, Украина, 79013

³ Тернопольский национальный педагогический университет им. В. Гнатюка, ул. Кривоноса, 2, Тернополь, Украина, 46009

Исследование солнечной активности (СА) и ее влияния в пределах гелиосферы, в частности, на климатическую систему Земли, является актуальной темой физики Солнца и солнечно-земных связей. Изменения климата Земли обусловлены прежде всего постоянным циклическим изменением СА.

Фаза минимума, начавшаяся в 2005 г., длилась почти 5 лет, включив в себя глубокий минимум (2006–2009 гг.), часть ветви спада цикла № 23 и начало ветви роста цикла № 24. Минимум циклов 23/24 – это период особенно низкой пятнообразующей деятельности Солнца, большого количества дней свободных от пятен (2007 г. – 163, 2008 г. – 268, 2009 г. – 260), окончания старого цикла (декабрь 2008 г.), рождения (январь 2009 г.) и развития нового цикла № 24. Частота появления групп пятен падала в старом цикле и медленно росла в новом цикле в этот период.

Характерной особенностью минимума циклов 23/24 является его совпадение с минимумом векового цикла; первый минимум был промодулирован вторым. Вследствие этого все параметры Солнца (магнитная энергия, электромагнитное и корпускулярное излучение, радиопотоки F 10.7 см, солнечная постоянная, давление солнечного ветра (СВ), планетарный A_p -индекс и т. д.) достигли рекордно низких уровней. Число дней безпятенного Солнца оказалось рекордным за последние ~ 100 лет (820). Снижение давления СВ рекордно повысило уровень галактических космических лучей (ГКЛ). Верхние слои атмосферы Земли подверглись охлаждению, геофизическая активность (кроме декабря 2006 г.) была низкой.

Незначительный рост СА наблюдался в октябре и особенно в декабре 2009 г., продолжался до конца декабря 2010 г., указывая на начало выхода из глубокого минимума. За три первые месяца 2011 г. наблюдался постепенный рост среднемесячных значений чисел Вольфа (W), свидетельствуя о выходе из минимума.

Отсутствие пятен в минимуме циклов 23/24 связано с низкой (<1500 Гс) индукцией магнитного поля в активных образованиях фотосферы, а большая длительность объясняется наблюдаемым замедлением потоков плазмы в недрах Солнца, что указывает на изменение режима генерации магнитного поля в тахоклине.

Исследуя колебания климата за последнее тысячелетие (Эдди, 1976, 1977; Борисенков, 1988), получена высокая корреляция между вековыми вариациями СА и соответствующими

К вопросу об уровне солнечной активности...

изменениями климата Земли по фазе и амплитуде. В каждом вековом минимуме наблюдалось похолодание, а в период максимума – потепление. Согласно космоклиматической теории изменения климата (Свенсмарк, 2007), кроме прямого действия солнечной радиации на Землю существует опосредованное действие – через ГКЛ. В вековых минимумах (низкие 11-летние циклы) значительно уменьшается давление СВ, магнитное поле которого не способно экранировать ГКЛ, большая часть которых (10^{15} эВ), достигая нижних слоев тропосферы и взаимодействуя с ней, становится центром конденсации, образуя низкие облака. Это ведет к охлаждению Земли.

Цикл № 23 по многим параметрам отличается от предыдущих циклов; он очень похож на циклы № 4 и № 13, после которых наблюдался ряд 11-летних циклов низкой амплитуды. Учитывая падение полярного (полоидального) магнитного поля в 2 раза на протяжении последних циклов, можно ожидать, что ряд 11-летних циклов, начиная с № 24, будут низкой амплитуды.

Глобальная температура ($T_{\text{глоб}}$, индикатор состояния и изменения климата) достигла пикового значения в 1998 г., а с начала 1999 г. и по 2011 г. достаточно стабилизировалась, несмотря на интенсивное продолжение выбросов парниковых газов (CO_2 , SO_3 и т. п.) в атмосферу.

Литература

Борисенков Е.П. // Колебания климата за последнее тысячелетие. Л.: Гидрометеоиздат. 1988.

Свенсмарк (Svensmark H.) // Astron. Geophys. 2007. V. 48. № 1. P. 18.

Эдди (Eddy I.A.) // Science. 1976. V. 192. P. 1189.

Эдди (Eddy I.A.) // Scientific American. 1977. V. 236. P. 80.