

7. Factors influence on atmospheric concentrations of beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ) in the Chernobyl zone / G. Batrakov, D. Kremenchutskii, A. Nazarov, A. Kholoptsev // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – Т.45, №3. – С.248–254.
8. Kalynovskyi O.K. Udoskonalennia monitorynhu radioaktyvnykh aeroroziv u lokalnii zoni obiekta "Ukryttia" na etapi sporudzhennia novoho bezpechnoho konfainmenta "Arka": dys....kand. tekhn. nauk: 21.06.01 Kalynovskyi Oleksandr Kostiantynovych / NAN Ukrainy, In-t problem bezpeky atom. elektrostantsii. – Kyiv. – 2017. – 202 c.
9. Довідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2012.....2016 році // Департамент екології та природних ресурсів Рівненської обласної адміністрації. Рівне 2013.....2020 рр. [https://www.ecorivne.gov.ua/report\\_about\\_environment/](https://www.ecorivne.gov.ua/report_about_environment/).
10. Космогенный бериллий-7 в земной атмосфере / Е.А. Буряева, В.С. Малышевский, В.И. Ратушный // Глобальная ядерная безопасность – 2020, №4(37). – С.17–29.
11. Bleichrodt, J.F. Mean tropospheric residence time of cosmic-ray-produced beryllium 7 at north temperate latitudes / J.F. Bleichrodt // J. Geophys. Res. – 1978. – Vol.83(C6), – P.3058–3062.
12. Feely, R.W. Factors that cause seasonal variations in Beryllium-7 concentrations in surface air / H.W. Feely, R.J. Larsen, C.G. Sanderson // J. Environ. Radioact. – 1989. – Vol.9, Iss.3. – P.223–249.
13. Long-term variations in the surface air  $^7\text{Be}$  concentration and climatic changes / L. Jiwen, V.N. Starovoitova, D.P. Wells // J. Environ. Radioact. – 2013. – Vol.116. – P. 42–47
14. Sytnyk V.H. Stvorennia modeli systemy kontroliu radiatsiinoi obstanovky HTsSK / V.H.Sytnyk // Aerokosmichni tekhnologii. – 2017, № 1. – С.56–63.
15. Radioactivity Environmental Monitoring data bank <https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-0117>.
16. Радиационно-экологический мониторинг Республики Беларусь <https://rad.org.by/services.html>

Надійшла до редколегії 27.03.2021

Н. Лоцицкая, канд. физ.-мат. наук  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

### КОСМОГЕННЫЙ БЕРИЛЛИЙ-7 В ПРИЗЕМНОМ ВОЗДУХЕ УКРАИНЫ

Изучены сезонные и годовые вариации объемной активности бериллия-7 в приземном воздухе четырех областей Украины. Использованы опубликованные данные за 2005–2019 гг. и новые результаты измерений, проведенных в 2017–2020 гг. Главным центром специального контроля в Украине (<https://gcsk.gov.ua/>). Подтверждены обнаруженные ранее сезонные изменения объемной активности бериллия-7 с максимумом в апреле–августе и минимумом в ноябре–феврале. Среднегодовые значения, полученные по измерениям в чернбыльской зоне с 2005 по 2011 гг., коррелируют с потоком нейтронной компоненты космических лучей и с высотой эквипотенциальной поверхности 200 мбар.

Ключевые слова: космогенные радионуклиды, космические лучи, сезонные колебания.

N. Lozitska, PhD  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### COSMOGENIC BERYLLIUM-7 IN THE NEAR-GROUND AIR OF UKRAINE

The  $^7\text{Be}$  isotope is of exclusively natural origin. This radionuclide attaches to the submicron aerosols, so  $^7\text{Be}$  can be used as a marker in the search for patterns of air mass movements. Studies of natural cyclic variations and sporadic increases in volume activity of  $^7\text{Be}$  are needed to identify of various sources of total radioactivity of near-ground air.

Using the measurement data of radionuclide stations located in four regions of Ukraine within 48–51°N and 25–30°E, seasonal and annual variations in the volume activity of beryllium-7 in surface air were studied. We used both published data for 2005–2019 and new measurement results of the Main Center for Special Control in Ukraine (<https://gcsk.gov.ua/>), carried out in 2017–2020. This material confirms the seasonal changes in the volume activity of beryllium-7, found earlier for latitudes 45–55°N, with a maximum in April–August and a minimum in November–February. Comparison of measurements in Ukraine with the data of radionuclide monitoring of neighboring countries made it possible to choose the most reliable row of average annual values from 2005 to 2011, which was obtained from measurements in the Chernobyl zone. This data correlates with the flux of the neutron component of cosmic rays and with the height of the equipotential surface of 200 mbar.

Key words: cosmogenic radionuclides, cosmic rays, seasonal fluctuations.

УДК 523.942

Р. Костик, чл.-кор. НАНУ, д-р фіз.-мат. наук,  
Н. Щукіна, чл.-кор. НАНУ, д-р фіз.-мат. наук  
Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України, Київ, Україна

### ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗВУКОВИХ ХВИЛЬ У СОНЯЧНИХ ФАКЕЛАХ

Обговорено результати спостережень факельної ділянки поблизу центра сонячного диска, які були отримані на німецькому вакуумному баштовому телескопі VTT (о. Тенерифе, Іспанія). Показано, що контраст факела збільшується не монотонно зі зростанням напруженості магнітного поля, а веде себе складніше: за напруженості близько 140 мТл він починає зменшуватись. Це ставить під сумнів загальноприйнятий на сьогодні механізм світіння сонячних факелів – ефект Вільсона, як єдино можливий. Контраст (яскравість) факела у верхній хромосфері сильно залежить від напрямку розповсюдження звукових хвиль в атмосфері Сонця. Ділянки факела, де спостерігаються біжучі вгору з фотосфери у хромосферу хвилі, виглядають більш яскраво, ніж ділянки, в яких хвилі розповсюджуються в протилежному напрямку (з хромосфери у фотосферу). Різниця в контрастах обумовлена тим, що хвилі, які розповсюджуються вгору, з невідомої нам причини, віддають перевагу тим місцям сонячної атмосфери, де напруженість магнітного поля вища за середню, а біжучі вниз – тим місцям, де напруженість нижча за середнє значення.

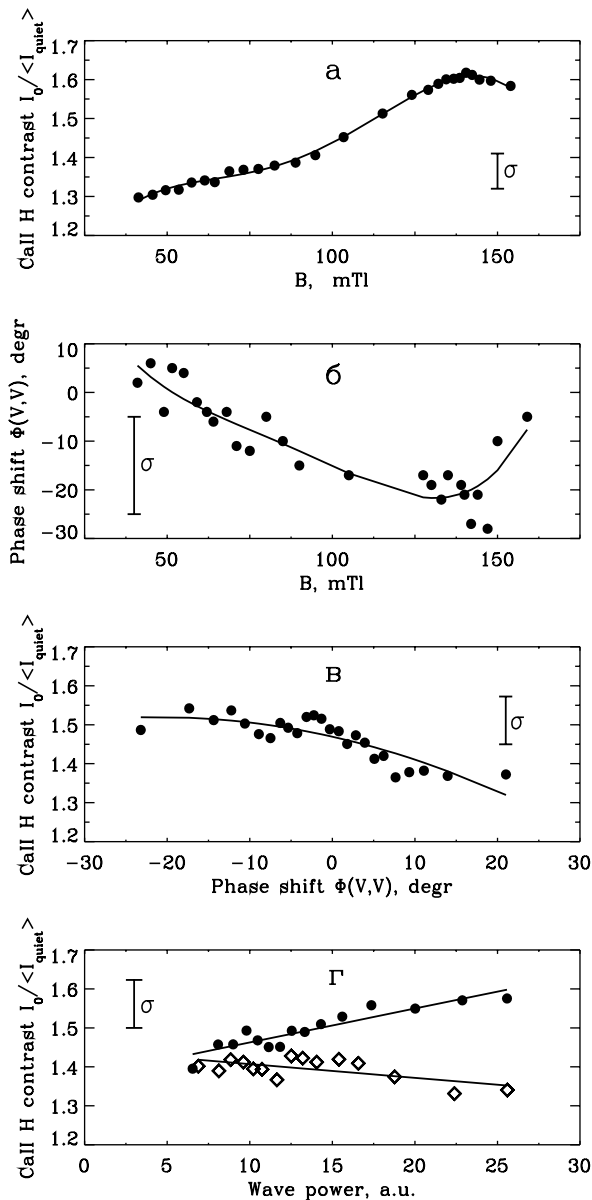
Ключові слова: Сонце, сонячна активність, спектрально-поляризаційні спостереження, магнітні поля, термодинамічні умови, сонячні факели.

**Вступ.** В одній із попередніх робіт [1] ми досліджували поведінку контрасту (яскравості) факельної ділянки в центрі лінії Call H 396,8 нм залежно від різних конвективних і хвильових параметрів, а також від величини напруженості магнітного поля. У тій роботі дійшли висновку, що звукові хвилі, які розповсюджуються з фотосфери у хромосферу, можуть змінювати контраст факельної ділянки, який, в основному, залежить від величини напруженості магнітного поля в результаті ефекту Вільсона. Нагадаємо, що ідея цього методу така: у місцях сонячної поверхні з наявним магнітним полем випромінювання виходить із більш глибоких, а значить, із більш гарячих шарів атмосфери, ніж у ділянках, де магнітне поле відсутнє, оскільки, чим більше магнітне поле, тим менший газовий тиск і, як наслідок, більша геометрична глибина, де оптична товщина досягає одиниці. Ми також звернули увагу на той факт, що контраст

© Костик Р., Щукіна Н., 2021

факельної ділянки зростає немонотонно зі збільшенням напруженості магнітного поля, як можна було чекати із загальних міркувань. Більш того, починаючи зі значення напруженості магнітного поля  $B \approx 140$  мТл, контраст факела не тільки не збільшується, але починає зменшуватись (рис. 1а). Це ставить під сумнів загальноприняте нині пояснення підвищеної яскравості сонячних факелів, згідно з яким їхня яскравість у результаті ефекта Вільсона повинна неперервно зростати зі збільшенням напруженості магнітного поля. Ми вирішили детальніше дослідити таку незвичну поведінку яскравості факела на великих ( $B > 140$  мТл) значеннях напруженості магнітного поля.

**Спостереження.** Ми використали результати спостережень факельної ділянки біля центра сонячного диска, які були проведені 13 листопада 2007 р. на німецькому вакуумному баштовому телескопі VTT [11, 14] (о. Тенеріфе, Іспанія). Умови спостережень, а також методика їхнього первинного оброблення детально описані в наших попередніх роботах [1, 5, 6]. Ми зараз наведемо тільки спектральні діапазони, в яких велись спостереження та перерахуємо ті спостережні дані, які використовуємо в цій роботі.



**Рис. 1.** а – контраст (яскравість) факела в центрі лінії Ca II H 396,8 нм залежно від величини напруженості  $B$  магнітного поля на висоті  $h \approx -100$  км; б – зсув фаз  $\Phi(V,V)$  хвилі між коливаннями швидкості на висоті  $h \approx 0$  км і коливаннями швидкості на висоті  $h \approx 650$  км залежно від величини напруженості магнітного поля на висоті  $h \approx -100$  км; в – контраст факела в центрі лінії Ca II H 396,8 нм залежно від зсуву фаз  $\Phi(V,V)$  хвилі. Від'ємні значення зсувів фаз – рух хвилі вгору, з фотосфери у хромосферу; додатні – вниз, з хромосфери у фотосферу; г – контраст факела в центрі лінії Ca II H 396,8 нм залежно від потужності коливань швидкості хвилі. Кружки – хвилі, які розповсюджуються вгору; ромбики – ті, які розповсюджуються вниз

Спостереження велись одночасно у трьох діапазонах довжин хвиль:

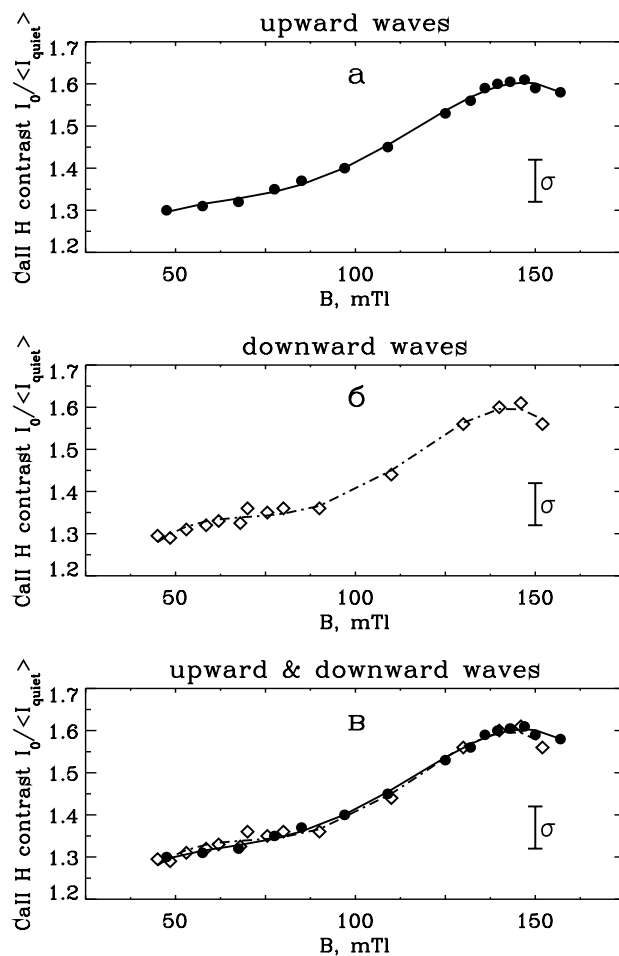
1. 1564,3–1565,8 нм, спектрополяриметричні спостереження чотирьох параметрів Стокса  $I$ ,  $Q$ ,  $U$ ,  $V$  двох ліній нейтрального заліза Fe I 1564,8 нм та 1565,2 нм із часовою роздільною здатністю 5 хв 50 с, спектральною – 1,463 рм/піксель, просторовою – 0,185"/піксель. Вхідна щільність спектрографа сканувала активну ділянку (факел) біля центра сонячного диска розмірами  $5,5'' \times 84''$ . Ширина щільності – 0,35''.

2. 455,37–455,43 нм, фільтрові спостереження в 37 ділянках контуру лінії Ва II 455,4 нм із часовою роздільною здатністю – 25,6 с, спектральною – 1,6 рм/піксель, просторовою – 0,089"/піксель.

3. Фільтрові спостереження в центрі лінії CaII H 396,8 нм із часовою роздільною здатністю – 4,9 с, просторовою – 0,123"/піксель. Поле зору фільтра – 110" × 110".

По спектрополяриметричних спостереженнях ліній нейтрального заліза FeI 1564,8 нм та 1565,2 нм ми знайшли напруженість магнітного поля на висоті утворення неперервного спектра поблизу цих ліній. Розрахунки вели за допомогою програмного комплексу SIR [10], який нам залюбки надали співробітники Інституту астрофізики на Канарах. За початкове наближення була використана Гарвард-Смітсонівська модель атмосфери Сонця HRSA [3]. Магнітне поле приймалось однокомпонентним і постійним із висотою. Знайдені величини напруженості магнітного поля в досліджуваній факельній ділянці виявились у межах 30–170 мТл.

Варіації інтенсивності  $\delta I$  та швидкості  $\delta V$ , які обумовлені конвективними та хвильовими рухами, знайдено по контурах лінії Ва II із застосуванням "лямбда-метр" методики [12, 13]. Зауважимо, що область формування лінії Ва II охоплює висоти  $h$  від 0 км до 650 км [12]. Використовуючи  $k - \omega$  діаграму, ми розділили вищезгадані флуктуації інтенсивності та швидкості. Методика такого розділення описана в роботі [4]. Згідно з нашим попереднім дослідженням [2] максимум потужності коливань швидкості й інтенсивності в нижній фотосфері, у перехідній області та в середній хромосфері припадає на період  $P \approx 5$  хв. На висоті формування випромінювання в центрі лінії CaII H добре видно ще один період коливань  $P \approx 700$  с.



**Рис. 2.** а – контраст факела в центрі лінії CaII H 396,8 нм залежно від напруженості магнітного поля в тих місцях сонячної поверхні, де хвилі розповсюджуються тільки вгору, з фотосфери у хромосферу; б – контраст факела в центрі лінії CaII H 396,8 нм від напруженості магнітного поля в тих місцях сонячної поверхні, де хвилі розповсюджуються тільки вниз, з хромосфери у фотосферу; в – контраст факела в центрі лінії CaII H 396,8 нм залежно від напруженості магнітного поля в тих місцях сонячної поверхні, де хвилі розповсюджуються тільки вгору (кружки) і тільки вниз (ромбики)

Для подальших досліджень ми використали такі результати спостережень:

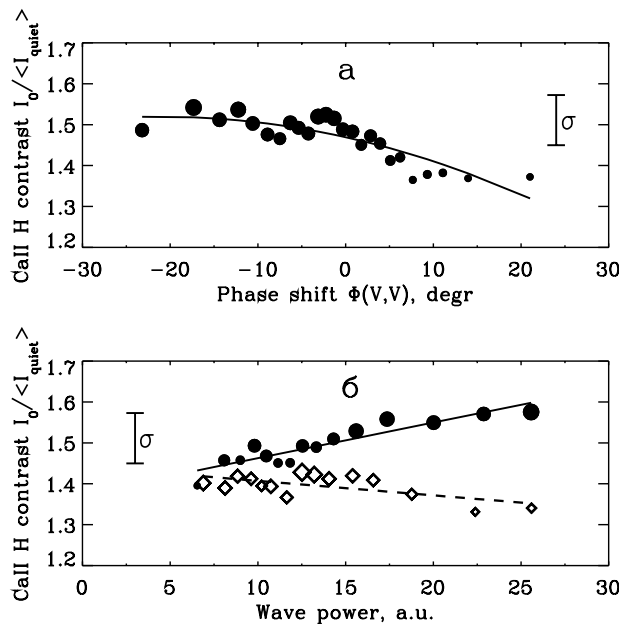
1. Напруженість магнітного поля на висоті  $h$  утворення неперервного спектра біля ліній нейтрального заліза FeI 1564,8 нм та 1565,2 нм (нижня фотосфера,  $h \approx -100$  км).

2. Хвильові швидкості на 14 висотах в атмосфері Сонця, де утворюється випромінювання у спектральній лінії Ва II 455,4 нм ( $h \approx 0 - 650$  км) та розраховані на їхній основі зсуви фаз  $\Phi(V, V)$  між коливаннями швидкості на висоті  $h \approx 0$  (фотосфера) і коливаннями швидкості на висоті  $h \approx 650$  км (нижня хромосфера).

3. Контраст (яскравість) факельної ділянки на висоті формування випромінювання в центрі лінії CaII H 396,8 нм. Згідно з даними робіт [8, 9] ця висота коливається в межах  $h \approx 1600 - 2200$  км.

Підкреслимо, що для біжучих хвиль, які розповсюджуються вгору з фотосфери у хромосферу, зсуви фаз від'ємні ( $\Phi(V, V) < 0$ ), а для біжучих вниз – додатні ( $\Phi(V, V) > 0$ ). Також зазначимо, що контраст (яскравість) факельної ділянки представляє собою інтенсивність випромінювання  $I_0$  в центрі лінії CaII H, яка нормалізована до середньої інтенсивності випромінювання  $\langle I_0 \rangle_{\text{quiet}}$  у спокійній атмосфері Сонця.

**Результати й обговорення.** На рис. 1а зображено залежність контрасту (яскравості) факела в лінії CaII 396,8 нм від напруженості магнітного поля в нижній фотосфері ( $h \approx -100$  км). Звертає на себе увагу уповільнення зростання контрасту, починаючи приблизно з 135 мТл, а потім і його зменшення після 140 мТл. У роботі [1] ми розглянули декілька можливих причин такої поведінки контрасту і зробили висновок, що найвірогідніше це обумовлено зменшенням (за абсолютною величиною) зсувів фаз хвилі  $\Phi(V, V)$ , яка розповсюджується знизу вгору, тобто з фотосфери у хромосферу, зі збільшенням напруженості магнітного поля в діапазоні 135–160 мТл, як це видно на рис. 1б. А чим менший за абсолютною величиною цей зсув фаз  $\Phi(V, V)$ , тим, на основі загальних міркувань, має бути менший контраст факела. Це підтверджує рис. 1в, де показано залежність контрасту факела від зсуву фаз  $\Phi(V, V)$  хвилі. Дійсно, чим менший за абсолютною величиною зсув фаз хвилі, яка розповсюджується з фотосфери у хромосферу (від'ємні значення  $\Phi(V, V)$ ), тим менший контраст факела. Рис. 1г показує, що контраст факела залежить не тільки від знаку та величини зсуву фаз, але і від потужності коливань швидкості. Зокрема, у ділянках, де спостерігається біжуча вгору хвиля, контраст факела тим більший, чим більша потужність коливань цієї хвилі. Одночасно, у ділянках, де хвилі розповсюджуються вниз, має місце зворотній ефект. Зауважимо, що представлені на рис. 1в та рис. 1г результати добре узгоджуються з висновками, які зроблено в роботі [7], про те, що підвищена яскравість у факельних магнітних структурах обумовлена не тільки ефектом Вільсона, але також і реальним нагріванням хвилями.



**Рис. 3.** а – контраст факела в центрі лінії CaII H 396,8 нм залежно від зсуву фаз  $\Phi(V, V)$  хвилі. Від'ємні значення зсувів фаз – рух хвилі вгору; позитивні – вниз. Розміри кружків пропорційні величині напруженості магнітного поля; б – контраст факела в центрі лінії CaII H 396,8 нм залежно від потужності коливань швидкості хвиль. Суцільна лінія і кружки – хвилі, що розповсюджуються вгору; пунктирна і ромбики – хвилі, що розповсюджуються вниз. Розміри кружків і ромбиків пропорційні величині напруженості магнітного поля

Ми перевірили викладені вище міркування про незвичну поведінку яскравості факела для великих значень напруженості магнітного поля дещо іншим методом. Із цією метою порівняли залежність контрасту факела від напруженості магнітного поля для ділянок сонячної поверхні, де хвилі розповсюджуються тільки вгору (рис. 2а), з такою ж залежністю, але отриману для ділянок, де хвилі рухаються тільки вниз (рис. 2б.). Якщо наші міркування справедливі, то показані на рис. 2а та рис. 2б залежності, повинні суттєво відрізнитися. Насправді, як це видно на рис. 2в, вони практично збігаються, тобто, наше пояснення помилкове: зменшення контрасту факела зі збільшенням напруженості магнітного поля в межах 140–155 мТл (рис. 1а), обумовлено не зменшенням величини зсуву фаз  $\Phi(V, V)$  для хвиль, які розповсюджуються вгору з фотосфери у хромосферу, а якимись іншими причинами. Тоді виникає питання: як пояснити залежності, які показано на рис. 1в і 1г, а саме, чому контраст факела залежить як від зсуву фаз  $\Phi(V, V)$ , так і від потужності коливань звукових хвиль? На нашу думку, найбільш імовірною причиною такої поведінки контрасту факела може бути не явна на рис. 1в і рис. 1г залежність зсуву фаз  $\Phi(V, V)$  та потужності коливань хвиль від величини напруженості магнітного поля. Рисунок 3 це підтверджує. З рис. 3а видно, що середня напруженість магнітного поля в нижній фотосфері ( $h \approx -100$  км) у тих місцях, де хвилі розповсюджуються вгору з фотосфери у хромосферу (від'ємні значення зсуву фаз) майже в півтора рази більша ( $B = 113$  мТл), ніж у місцях, де хвилі рухаються у протилежному напрямку (додатні значення зсуву фаз,  $B = 86$  мТл).

Потужність коливань, як це видно з рис. 3б, також залежить від напруженості магнітного поля: чим більша величина  $B$ , тим вища потужність коливань для хвиль, які рухаються вгору (суцільна лінія). Для хвиль, які розповсюджуються у зворотному напрямку (штрихова лінія), спостерігається протилежна залежність. Таким чином, залежності контрасту

факела від параметрів звукових хвиль, які показані на рис. 1в та рис. 1г, є наслідком того, що через невідомі нам причини, по-перше, звукові хвилі розповсюджуються вгору в тих місцях, де напруженість магнітного поля вища за середнє значення, а вниз – там, де  $B$  нижча за середнє значення; по-друге, потужність коливань швидкості збільшується зі збільшенням напруженості магнітного поля для хвиль, які рухаються вгору. Для хвиль у протилежному напрямку потужність коливань зі зростанням поля, навпаки, падає.

**Висновки.** Підсумки нашої роботи коротко зводяться до таких.

1. Ми навели результати вимірювання напруженості магнітного поля факелів у нижній фотосфері та їхнього контрасту (яскравості) у верхній хромосфері, а також величини зсувів фаз між коливаннями швидкості у фотосфері ( $h \approx 0$  км) і коливаннями швидкості в нижній хромосфері ( $h \approx 650$  км). Із цією метою використано такі спостереження факельної ділянки: спектрополяриметричні в лініях FeI 1564,8 нм та 1565,2 нм; фільтрові у 37 ділянках профілю лінії Ca II 455,4 нм; фільтрові в центрі лінії CaII H 396,8 нм.

2. Показано, що контраст факела у верхній хромосфері в лінії CaII H збільшується немонокотонно зі збільшенням напруженості магнітного поля, а веде себе складніше: якщо  $B \approx 140$  мТл, то він починає зменшуватись. Це ставить під сумнів загальноприйнятій нині механізм світіння сонячних факелів, обумовлений ефектом Вільсона, як єдино можливий.

3. Контраст факела сильно залежить від напрямку розповсюдження звукових хвиль: ділянки факела, де спостерігаються бігучі вгору з фотосфери в хромосферу хвилі, виглядають більш яскраво, ніж ділянки, в яких хвилі розповсюджуються в протилежному напрямку.

4. Наші дослідження показали, що такі відмінності в яскравості цих ділянок обумовлено різними середніми значеннями напруженості магнітного поля в них. Біжучі вгору звукові хвилі через невідомі нам причини віддають перевагу тим місцям сонячної атмосфери, де напруженість магнітного поля  $B$  вища за середню, а біжучі вниз – тим, де  $B$  нижча за середнє значення.

5. Отримані в цій роботі результати не дозволяють нам назвати причину зменшення контрасту факела зі збільшенням напруженості магнітного поля в діапазоні 140–155 мТл, а також відповісти на питання: чи здатні звукові хвилі нагрівати факельну ділянку? Необхідно провести додаткові дослідження, і в першу чергу, аналіз теоретичних моделей факельних ділянок.

#### Список літератури

1. Костык Р.И. Влияние волновых движений в активной области солнечной поверхности на конвекцию // Кинематика и физика небес. тел. – 2018. – Т. 34, № 2. – С. 46–54.
2. Костык Р.И. Какие механизмы позволяют 5-минутным колебаниям в активных областях солнечной поверхности проникать из фотосферы в хромосферу? // Кинематика и физика небес. тел. – 2015. – Т. 31, № 4. – С. 45–53.
3. Gingerich O., Noyes R.W., Kalkofen W., Cuny Y. The Harvard-Smithsonian reference atmosphere // Solar Phys. – 1971. – Vol. 18, Iss. 2. – P. 347–365.
4. Kostik R. I., Khomenko E. Observations of a bright plume in solar granulations // Astron. and Astrophys. – 2007. – Vol. 476, Iss. 2. – P. 341–347.
5. Kostik R., Khomenko E. Properties of convective motions in facular regions // Astron. and Astrophys. – 2012. – Vol. 545. – A22–A30.
6. Kostik R., Khomenko E. Properties of oscillatory motions in a facular region // Astron. and Astrophys. – 2013. – Vol. 559. – A107–A116.
7. Kostik R., Khomenko E. The possible origin of facular brightness in the solar atmosphere // Astron. and Astrophys. – 2016. – Vol. 589. – A6–A12.
8. Linsky J.L., Avrett H.E. The Solar H and K lines // Publ. Astron. Soc. Pacif. – 1972. – Vol. 82, Iss. 485. – P. 169–248.
9. Rezaei R., Bruls J.H.M.J., Schmidt W., Beck C., Kalkofen W., Schlichenmaier R. Reversal-free CaII H profiles: a challenge for solar chromosphere modeling in quiet inter-network // Astron. and Astrophys. – 2008. – Vol. 484, Iss. 2. – P. 503–509.
10. Ruiz Cobo B., del Toro Iniesta J. C. Inversion of Stokes profiles // Astrophys. J. – 1992. – Vol. 398, Iss. 2. – P. 375–385.
11. Schroeter E. H., Soltau D., Wiehr E. The German solar telescopes at the Observatorio del Teide // Vistas in Astron. – 1985. – Vol. 28, Iss. 3. – P. 519–525.
12. Shchukina, N. G., Olshevsky, V. L., & Khomenko, E. V. The solar Balmer 4554 Å line as a Doppler diagnostic: NLTE analysis in 3D hydrodynamical model. Astron. and Astrophys. – 2009. – Vol. 506. – P. 1393–1404.
13. Stebbins R., Goode P. R. Waves in the solar photosphere // Solar Phys. – 1987. – Vol. 110, Iss. 2. – P. 237–253.
14. Tritschler, A., Schmidt, W., Langhans, K., & Kentischer, T. High-resolution solar spectroscopy with TESOS - Upgrade from a double to a triple system // Solar Phys. – 2002. – Vol. 211, Iss. 1. – P. 17–29.

Надійшла до редколегії 22.05.2021

Р. Костык, чл.-корр. НАНУ, д-р физ.-мат. наук,

Н. Шукина, чл.-корр. НАНУ, д-р физ.-мат. наук

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНЫХ ФАКЕЛАХ

*Обсуждаются результаты наблюдений факельной области вблизи центра солнечного диска, которые были проведены на немецком вакуумном башенном телескопе VTT (о. Тенерифе, Испания). Показано, что контраст факела в центре линии CaII H увеличивается немонокотонно с ростом напряженности  $B$  магнитного поля, а, начиная с напряженности 140 мТл, он уменьшается. Это ставит под сомнение общепринятый на сегодня механизм свечения солнечных факелов – эффект Вильсона, как единственно возможный. Контраст (яркость) факела в верхней хромосфере сильно зависит от направления распространения звуковых волн. Области факела, где наблюдаются бегущие вгору из фотосферы в хромосферу волны, выглядят ярче областей, в которых волны распространяются в противоположном направлении. Различие в контрасте этих областей вызвано тем обстоятельством, что движущиеся вгору звуковые волны, по какой-то причине, предпочитают распространяться в тех местах солнечной атмосферы, где напряженность магнитного поля выше среднего значения, а движущиеся вниз – в тех, где она ниже среднего значения.*

*Ключевые слова: Солнце, солнечная активность, спектрально-поляризационные наблюдения, магнитные поля, термодинамические условия, солнечные факелы.*

R. Kostik, Active corresponding Member of Ac. Of Sciences, Dr Hab.,

N. Shchukina, Active corresponding Member of Ac. Of Sciences, Dr Hab.

Main astronomical observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

## PROPERTIES OF SOUND WAVE PROPAGATION IN THE SOLAR FACULAE

*The results of observations of the faculae region near the center of the solar disk, which were obtained on the German Vacuum Tower Telescope VTT (Tenerife, Spain) are discussed. It is shown that the contrast (brightness) of the facula increases non-monotonously with an increase of the magnetic field strength, and, starting from the strength 140 mTl, it decreases. This is contrary to the currently accepted explanation of the increased brightness of facular regions as a result of the Wilson effect. The facular brightness in the upper chromosphere strongly depends on the propagation direction of sound waves. The regions of the facula, where the upward propagating waves are observed, look brighter than the regions in which the waves propagate in the opposite direction from the photosphere to the chromosphere. Dependence of the facular brightness on the wave propagation direction is caused by the fact that upward sound waves, for some reason, prefer to propagate in those regions of the solar facula where the magnetic field strength is above the average value. On the contrary, downward waves are observed in areas where the magnetic field is below average.*

*Key words: Sun, solar activity, spectral-polarization observations, magnetic fields, thermodynamic conditions, solar faculae.*