

Prosto z nieba: Drewniany zegar

Na podstawie ilości radioaktywnego pierwiastka obecnego w badanych próbkach archeolodzy określają ich wiek. Węgiel-14, jako nietrwały izotop, zamienia się z powrotem na azot, z czasem półrozpadu około 5750 lat. Dzięki ciągłemu pobieraniu i wydalaniu materii organizmy żywe utrzymują mniej więcej stały poziom radioaktywnych pierwiastków, natomiast w organizmach martwych z czasem jest ich coraz mniej.

w przeszłości sięgającej nawet tysięcy lat. Zawartość węgla-14 zależy też od innych czynników, np. od pól magnetycznych Ziemi i Słońca, które osłaniają powierzchnię Ziemi przed promieniowaniem kosmicznym pochodzącym spoza Układu Słonecznego (więcej cząstek dociera do Ziemi, gdy te pola są słabsze, a mniej, gdy są silniejsze). Zmiany poziomu węgla-14 rejestrowane w słojach pni drzew przechowują historię zmian magnetyzacji Ziemi. Są też dowodem na 11-letni cykl dynamo słonecznego, które jest związane z polem magnetycznym Słońca.

Drewno zawiera w sobie także takie dane, których nie potrafimy wyjaśnić. W 2012 roku japońska fizyczka Fusa Miyake odkryła znaczny skok zawartości węgla-14 w słojach drzew z 774 roku. Tak duży skok musiało wywołać promieniowanie kosmiczne wielokrotnie większe od przeciętnego. Kolejne „zdarzenia Miyake” to lata 993 naszej ery i 663 przed naszą erą, a także jeszcze wcześniejsze – z 5259, 5410 i 7176 przed naszą erą. Dobrze zlokalizowane w drewnie (i w czasie) zdarzenia pozwalają na precyzyjne określenie daty konkretnych wydarzeń z dokładnością co do roku. I tak zdarzenie z 993 roku pozwoliło na stwierdzenie momentu powstania pierwszej europejskiej osady w Ameryce – założonej w roku 1021 wioski wikingów w Nowej Fundlandii.

Jak dochodzi do tak ogromnego i krótkotrwałego promieniowania? Wśród „podejrzanych” są pobliskie supernowe, błyski promieniowania gamma, emisja z namagnesowanych gwiazd neutronowych, a nawet komety. Aktualnie najlepszym wyjaśnieniem jest to,

„Modelling cosmic radiation events in the tree-ring radiocarbon record”, Qingyuan Zhang i inni, Proc. R. Soc. A. 478 2022.0497, 2022.

Niebo w lipcu

Przez cały miesiąc Słońce obniży wysokość swojego górowania o ponad $4,5^\circ$, skracając przy tym czas przebywania nad horyzontem w środkowej Polsce o ponad godzinę. 24 lipca Słońce przetnie równoleżnik $+20^\circ$ deklinacji i tym samym skończy się okres najdłuższych dni i najkrótszych nocy. Jak co roku, na początku lipca Ziemia znajduje się w aphelium swojej orbity, co oznacza, że Słońce ma najmniejszą tarczę w ciągu roku. Dlatego łatwiej jest ją zasłonić Księżycowi podczas ewentualnego zaćmienia – i takie zaćmienia trwają też dłużej.

W lipcu najjaśniejsze planety Układu Słonecznego w większości są widoczne słabo. **Mercury** zacznie miesiąc od górnego złączenia ze Słońcem i podąży ku maksymalnej elongacji wschodniej, którą osiągnie

Kiedy wysokoenergetyczne promieniowanie kosmiczne zderza się z górnymi warstwami ziemskiej atmosfery, niektóre kolizje prowadzą do powstania neutronów, co prowadzi do reakcji neutron-proton, $n-p$, czyli zamiany jąder azotu $^{14}_7\text{N}$ w radioaktywny węgiel-14, $^{14}_6\text{C}$: $^{14}_7\text{N} + n \rightarrow ^{14}_6\text{C} + p$. Węgiel-14 opada na powierzchnię Ziemi i bierze udział w zwykłej biochemii żywych organizmów, w tym zostaje związany podczas wzrostu drzew.

Badając np. pnie drzew, a w szczególności różnice w zawartości węgla-14 w poszczególnych słojach, można określić ilość początkową radioaktywnego materiału, czyli poniekąd zbadać ewolucję ilości promieniowania kosmicznego

że zdarzenia Miyake są związane ze słonecznymi superburzami. Te (hipotetyczne) erupcje ze Słońca są 50–100 razy bardziej energetyczne niż największa zarejestrowana w erze nowożytnej burza słoneczna, obserwowana przez Richarda C. Carringtona i Richarda Hodgsona w 1859 roku.

W swojej pracy Qingyuan Zhang i współpracownicy analizują dostępne materiały pochodzące ze słoju drzew, znajdując dowody na to, że zdarzenia mogą pojawić się w każdym momencie 11-letniego cyklu aktywności Słońca (o którym pisaliśmy np. w Δ_{21}^1). Z drugiej strony, rozbłyski słoneczne mają tendencję do występowania w okolicach szczytu cyklu. Kilka z zarejestrowanych skoków radioaktywności wydaje się trwać dłużej niż wskazywałby na to model pojedynczej superburzy słonecznej. Sugeruje to, że czasami zdarzenia mogą trwać dłużej niż rok, co nie jest oczekiwane w przypadku jednego gigantycznego rozbłysku słonecznego, czyli że mieliśmy do czynienia z długotrwałą burzliwą pogodą słoneczną.

Gdyby takie zdarzenie zaistniało dzisiaj, zniszczyłoby sieci energetyczne, telekomunikacyjne i większość satelitów. Jeśli takie zdarzenia występują losowo, na przykład raz na tysiąc lat, to prawdopodobieństwo wystąpienia burzy słonecznej w ciągu następnej dekady wynosi około 1%. To niezaniebawalne duże prawdopodobieństwo!

Michał BEJGER

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Ferrara, Włochy

w pierwszej dekadzie sierpnia, oddalając się wtedy na bardzo duże 27° od Słońca. Niestety o tej porze roku i doby ekliptyka jest nachylona niekorzystnie do widnokregu, przez co planeta zachodzi mniej niż godzinę po Słońcu, i z dużych szerokości geograficznych jest niewidoczna. Szczególnie że z każdą kolejną dobą jasność planety staje się coraz mniejsza, od $-0,4^m$ 19 lipca do $+0,1^m$ 31 lipca. A szkoda, bo 28 lipca planeta przejdzie mniej niż $20'$ od Regulusa, najjaśniejszej gwiazdy Lwa.

Warunki obserwacyjne **Venus** są jeszcze gorsze. Druga planeta od Słońca po czerwcowej maksymalnej elongacji szybko dąży do sierpniowej koniunktacji dolnej ze Słońcem. Oznacza to, że planeta prędko zbliża się do nas, zwiększając przy tym rozmiary