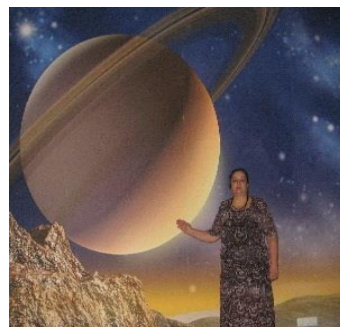


ДИВНА ПОВЕДІНКА ЧЕРВОНОГО НАДГІГАНТА БЕТЕЛЬГЕЙЗЕ

Надія Почапська – керівник астрономічного гуртка – методист Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді (ОЦТТУМ)

В статті йдеться про значну зміну блиску однієї з найяскравіших зірок нічного неба – червоного надгіганта Бетельгейзе. Якби її розташувати на місці Сонця, то при максимальному розмірі вона б



поглинула всі планети аж до Юпітера. Спостерігати її можна було би хіба що з Сатурна. Протягом зими 2019-2020 років Бетельгейзе суттєво потьманила. Як швидко вона вибухне і чим це загрожуватиме землянам?

Ключові слова: Бетельгейзе, надгігант, сузір'я Оріон, зміна блиску, можливість вибуху, спостереження.

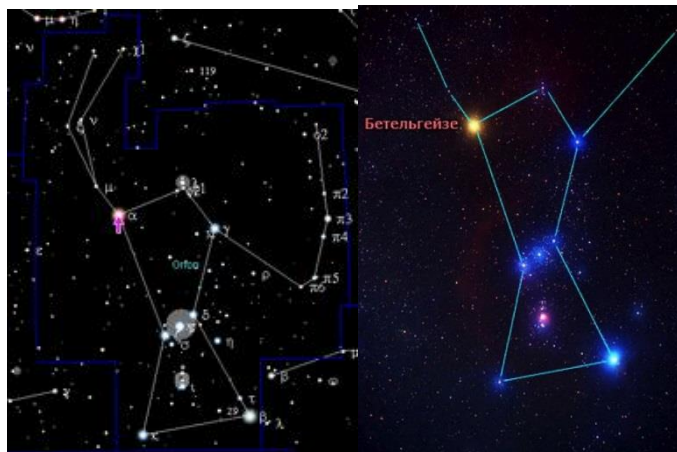


Рис. 1. Положення зорі Бетельгейзе у сузір'ї Оріона

Працюючи понад 40 років в царині зоряної науки, можу запевнити, що Бетельгейзе привердає увагу любителів астрономії, як юних, так і дорослих. Нею цікавляться, її спостерігають, про її можливий вибух розповідають неймовірні історії.

Бетельгейзе – одна з найбільш відомих зірок: її радіус майже в 1400 разів перевищує радіус Сонця. Назва походить з арабської мови, а розташування позначає плече у фігури небесного мисливця Оріона. Ця яскрава зірка знаходиться на відстані понад 640 світлових років від Землі і відноситься до класу червоних надгігантів. Це молода зоря – їй всього близько восьми – десяти мільйонів років, тоді як Сонцю – 4,5 млрд років. [1].

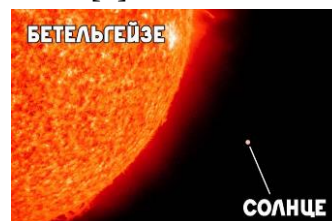


Рис. 2. Знімок поверхні зірки Бетельгейзе триманий за допомогою телескопа ALMA [2]

Фізичні характеристики зорі:

маса - 15 – 20 $M_{\odot}$; радіус - 650 $R_{\odot}$, світність - 40 000 - 100 000 $L_{\odot}$; температура поверхні - 3600⁰ K [1].

Рис. 3. Порівняння об'ємів Сонця та Бетельгейзе



Бетельгейзе (Alpha Orionis, α Ori) — друга за яскравістю зоря в сузір'ї Оріона, десята у списку найяскравіших зір на нічному небі. Разом із Сіріусом (α Великого Пса, $-1,46^m$), та Проціоном (α Малого Пса, $0,38^m$) утворює астеризм Зимовий Трикутник в екваторіальній частині неба та є центром астеризму Зимове Коло [1].

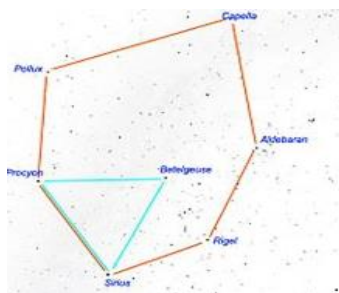
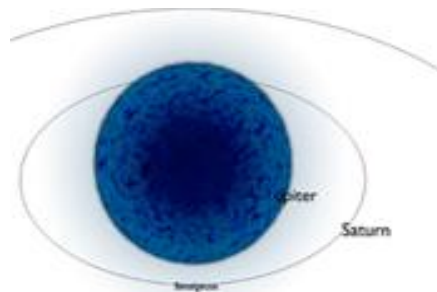


Рис. 4. Зимове коло. Блакитним - Зимовий трикутник

Астеризм— це група зірок, що легко розрізняється на нічному небі та може мати історичну назву [3].

Бетельгейзе — червоний надгігант, її блиск змінюється від $0,2^m$ до $1,2^m$ та в середньому становить близько $0,7^m$ [1]. Її об'єм щонайменше в 160 млн разів перевищує сонячний. Один оберт навколо своєї осі вона здійснює за 17 років.

Рис. 5. Якби Бетельгейзе розташувати на місці Сонця, то в мінімальному розмірі вона заповнила б орбіту Марса, а в максимальному — досягала б орбіти Юпітера [1]



Історія спостережень

Червоний колір Бетельгейзе був помічений ще в часи античності: про нього, згадував давньогрецький вчений Клавдій Птолемей. Цікаво, що за три століття до Птолемея астрономи Давнього Китаю визначали колір зорі, як жовтий. У XIX столітті, до появи сучасної системи класифікації зір, італійський астроном, священник Анджело Секкі у своїй класифікації відніс Бетельгейзе до III класу зір (помаранчеві та червоні гіганти).

Вперше зміна блиску Бетельгейзе була описана Джоном Гершелем у його праці «Нариси з астрономії» (1849 р.). Вчений спостерігав цикли зміни блиску Бетельгейзе у 1836—1852 роках та описав максимуми блиску у 1837 та 1839 роках, коли вона стала яскравішою за Рігель. У записах Американської асоціації спостерігачів змінних зір (AAVSO) зафіксовано максимум яскравості $0,2^m$ у 1933 та 1942 році, та мінімум $1,2^m$ у 1927 та 1941 роках.

Бетельгейзе стала першою після Сонця зорею, для якої було отримано зображення диска та плям на ньому: спочатку за допомогою телескопів Stratoscope. пізніше, у 1997—2000 роках, телескопом COAST [1].

Коли найкраще спостерігати Бетельгейзе

Ця зоря входить у велике яскраве і цікаве сузір'я Оріон. Сузір'я Оріон та зоря Бетельгейзе найулюбленіші для юних астрономів ОЦТТУМ об'єкти спостережень на зимовому зоряному небі. У північній півкулі, починаючи з грудня Бетельгейзе піднімається над горизонтом у східній стороні неба після заходу Сонця. В наших помірних широтах її гарно видно з середини грудня до середини березня. В цей час вона видима практично в кожній точці земної кулі, за винятком південних широт 82° - 90° . У травні – червні зорю в північній півкулі можна спостерігати низько на західному горизонті після заходу Сонця; від середини серпня її видно у передсвітанкові години, та це не зручний час для спостережень. У червні-липні Бетельгейзе ховається в денному світлі й невидима для неозброєного ока.

Рис. 6. Бетельгейзе на діаграмі Герцшпрунга-Рессела



Ця зоря - червоний надгігант - еволюціонувала від зорі класу O головної послідовності до класу червоних надгігантів M2. Із фізичних характеристик зорі (розміру, спектрального класу, кольору) видно, що Бетельгейзе перебуває на завершальній стадії еволюції. Згодом вона завершить своє існування спалахнувши як наднова [4]. Можливо, перетвориться на білого карлика. Варіанти

залежать від маси та інших фізичних параметрів цієї зорі [1].

У разі спалаху зоря може збільшити свою яскравість до -9^m , що приблизно дорівнює яскравості півмісяця. Після вибуху на небі спалахне найяскравіша з усіх зірок. Триватиме це «зоряне шоу» приблизно місяць. На рівні блиску Місяця вибух Бетельгейзе довго не протримається, але неозброєним оком його буде добре видно, кажуть астрономи. Однак після вибуху цей яскравий об'єкт «згасне настільки сильно, що ми його вже не здатні будемо бачити». Астрономи твердять, що «сьогодні на озброєнні у людства вже є прилади, які зможуть зафіксувати початок цього вибуху приблизно за тиждень до його максимального спалаху» [5].

На самопочутті землян вибух Бетельгейзе ніяк не позначиться. Вибух можна порівняти з потужними спалахами на Сонці, які відбуваються раз у 2-3 роки, коли ніякого зв'язку зі здоров'ям населення Землі не спостерігається.

Швидше вибух Бетельгейзе торкнеться тих, хто літає над атмосферою Землі. Ця космічна подія може вивести з ладу тонку електроніку. Особливо буде неприємно тим, хто працює на МКС: їх чекає сильна доза радіації. Після вибуху блиск поступово спадатиме, що зробить зорю невидимою неозброєним оком. За кілька століть на місці плеча Оріона з'явиться туманність [5].

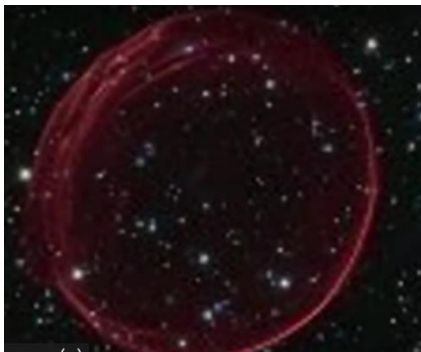


Рис. 7. Планетарна туманність, яка утвориться на місці Бетельгейзе після її вибуху

Рис. 8. Взимку 2019-2020 рр. яскра-вість Бетельгейзе була мінімальною за 50 років спостережень [6].

У всьому світі астрономи - від аматорів до вчених-грандів - дивляться у телескопи, щоб побачити унікальне за космічними мірками явище. Вважають, що Бетельгейзе - одна з найяскравіших для земних спостерігачів зірок - вибухне. Хоча астрономи і раніше знали, що Бетельгейзе, врешті-решт, вибухне, нещодавні зміни у її поведінці здивували фахівців.



Чому вчені вважають, що Бетельгейзе вибухне?

Бетельгейзе вже вважають приреченою зіркою. Те, що вона вибухне, лише питання часу. Їй всього 8-10 млн років, але Бетельгейзе надто швидко витрачає своє ядерне паливо. Крім того, ця зоря пульсує, тобто суттєво змінюється у діаметрі - від 550 до 920 діаметрів Сонця. "Такі характеристики властиві кандидатам у наднові, - розповів професор астрономії з університету Ноттінгема Трент Деніел Браун. - Поточні сценарії передбачають, що за астрономічним масштабом часу це може статися у будь-який момент. Тобто у найближчі 100 тисяч років" [6].

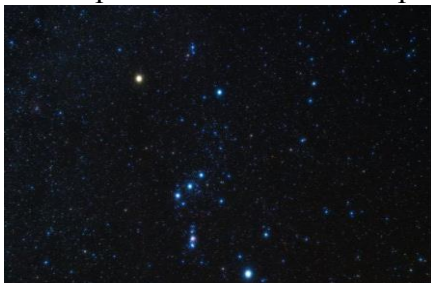


Рис. 9. То чи стане Бетельгейзе надвною у найближчому майбутньому?

Настільки швидка втрата яскравості свідчить про те, що час зірки добігає кінця. Проте вчені також добре знають, що Бетельгейзе є змінною зіркою. Якщо спостерігати такі зірки з Землі, то їх яскравість змінюється, - розповіла астрофізик з Йоркського університету Емілі Брундсен.

"Ніщо не вказує на швидкий вибух Бетельгейзе. Проте, у нас ніколи не було можливості спостерігати за процесами, що призводять до появи наднової, так що завжди є ймовірність, що вибух станеться", - додає вона [6].

Що станеться під час вибуху?

Вибух наднової є потужним і яскравим видовищем, під час якого викидаються величезні обсяги енергії.

Рис. 10. Вибух Бетельгейзе може бути яскравішим за Місяць, і його буде видно навіть вдень [6]



Це явище не залишиться непоміченим, тим більше, якщо врахувати, що воно станеться "неподалік" від Землі.

"На кілька днів Бетельгейзе стане такою ж яскравою, як Місяць. Її буде видно навіть удень", - каже Деніел Браун. Яскраве світіння триватиме кілька місяців [6].

Ми в небезпеці?

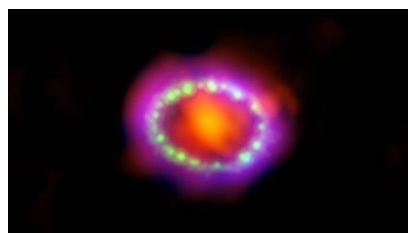


Рис. 11. Вибух наднових супроводжується величезною руйнівною силою. Наприклад, якби вибухнуло Сонце, це знищило б усю Сонячну систему, кажуть астрономи

У 1987 був зафіксований вибух наднової зірки SN 1987A. За словами вчених, в минулому через вибухи зірок температура Землі підвищувалася. Крім цього, вибухи можуть пошкодити озоновий шар, який захищає планету від згубної сонячної та космічної радіації. Добре, що наше Сонце надто маленьке, щоб вибухнути, як Бетельгейзе, хоча через два мільярди років, як очікується, воно збільшиться і проковтне Меркурій, Венеру та Землю [6].

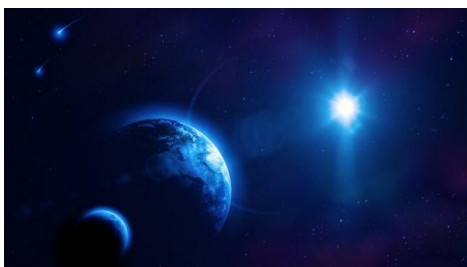


Рис. 12. Земля розташована на безпечній відстані від Бетельгейзе

"Можна було б говорити про потенціальну проблему, якби відстань була менша за 50 світлових років", - пояснює Деніел Браун [6]. Вчені твердять, що поява наднової не несе загрози. "Зірка розташована у сузір'ї Оріон, а це приблизно на відстані у 700 світлових років від Землі. Потрібно шість мільйонів років, перш, ніж вибухова хвиля та уламки досягнуть Сонячної системи.

В чому унікальність наднової Бетельгейзе?

Поява наднової у нашій галактиці - Чумацькому шляху - вкрай рідкісне явище. Востаннє його спостерігали у 1604 році. Вибух стався за 13 тисяч світлових років від Землі, що у 20 разів більше відстані до Бетельгейзе. Її назвали надновою Кеплера - на честь німецького астронома, який її відкрив.

У 1987 р. зафіксований спалах наднової, яку можна було бачити неозброєним оком. Вона отримала назву SN 1987A, розташована у Великій Магеллановій Хмарі у 168 тисячах світлових років від Землі. Попри величезну відстань, це був найяскравіший вибух наднової після відкриття Кеплера. «Бетельгейзе дає нам можливість спостерігати за тими процесами, які відбуваються після смерті зірки, і краще розуміти Всесвіт", - каже Емілі Брундсен. "Якщо вона вибухне зараз, то астрономи будуть завалені роботою, адже доведеться переглянути наші уявлення про зірки. Але це буде дуже захопливо" [6].

Чому так важко передбачити, коли зірка перетворить на наднову?

Хоча за всю історію спостережень смерть зірки фіксували і документували кілька разів, прискіпливо за цим процесом не стежили. Поки про себе не заявила Бетельгейзе.

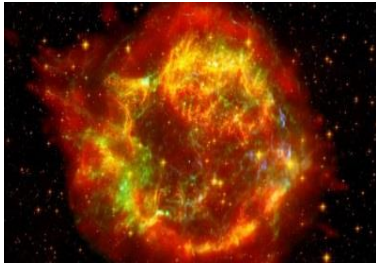


Рис. 13. Вибух наднових супроводжується величезною руйнівною силою [6]

Хоча 700 світлових років є величезною відстанню, за астрономічними мірками зірка розташована "по сусідству" із Сонячною системою. Це одна з небагатьох зірок, крім Сонця, поверхню якої можна роздивитися в деталях. Її вибух дав баченням унікальну можливість ретельно вивчити це явище. А всі решта можуть насолодитися фантастичним видовищем у зоряному небі.

Падіння яскравості ще не остаточний доказ перетворення зірки в наднову, проте є переконливою ознакою цього процесу, який буде супроводжуватися вибухом неймовірної потужності з виділенням величезної кількості енергії [7].

Вибухова зірка. Чому Бетельгейзе перестала гаснути і що з нею буде?

Вчені заявили, що період незвичайного згасання Бетельгейзе закінчився [8]. Астрономи з США підтвердили, що зірка Бетельгейзе перестала стрімко згасати. Чи значить це, що незабаром вона може вибухнути і перетворитися на наднову? Іноді це свідчить про швидку смерть зірки і появу надрової, тому інтерес до Бетельгейзе був особливо високим. Астрономи з США, які першими повідомили про зміну яскравості Бетельгейзе, заявили, що зірка перестала тьмяніти [8].

Астрономи припускають, що червоним супергігантом Бетельгейзе стала тільки в останні 100 тис. років. Ймовірно, за час свого розвитку вона вже втратила близько 10 сонячних мас і продовжує втрачати близько однієї маси Землі на рік. У звичайному стані Бетельгейзе приблизно в 100 тис. разів яскравіше, ніж Сонце. Ця зірка дуже швидко спалює свої запаси водню, тому її життя дуже коротке — до 10 млн років.

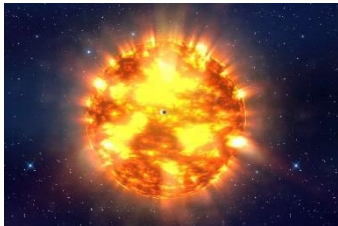


Рис. 14. Тобто, астрономи не виключають варіантів, що найближчим часом Бетельгейзе може вибухнути [7]

Враховуючи, що стан червоного супергіганта — це остання стадія життя Бетельгейзе, деякі сприйняли незвичайні зміни яскравості зірки за перші ознаки її швидкої смерті та перетворення у наднову.

Коли вибухне Бетельгейзе і що це означає для нас?

Через надзвичайно велику відстань до червоного супергіганту, навіть його вибух не сильно вплине на нашу планету.

Рис. 15. Якщо вісь Бетельгейзе в момент вибуху буде направлена в сторону Землі, то до нас направиться потік гамма променів та інших часточок, які можуть викликати сильне полярне сяйво [8]



Ймовірно, що при переході до надрової Бетельгейзе перетвориться на нейтронну зірку.



Рис. 16. Астрономи не очікують вибуху найближчим часом і пояснюють зміну яскравості зірки охолодженням її поверхні або викидами зоряного пилу уздовж лінії спостереження з Землі

Спостереження, які ми проводили з другої половини лютого і до початку квітня 2020 р., а також співставляли з даними наукових астрономічних обсерваторій, показують, що зірка почала світити як і раніше [8].

Про вибух зорі вчені дізнаються зарання, так як перед вибухом, щонайменше за тиждень, зоря викидає у космос величезну кількість нейтрино. Спеціальні нейтринні детектори, встановлені в США, Японії і навіть в Антарктиді, моментально зафіксують їх, так як всесвіт прозорий для нейтрино, їх швидкість близька до швидкості світла, а головне, вони пролітають без втрат потужності сигналу [9]. До вибуху Бетельгейзе може пройти ще від 10 до 100 тис. років [9].

Список використаних джерел:

1. Бетельгейзе – Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Бетельгейзе>
2. Астрономи отримали найбільш чіткий знімок зірки Бетельгейзе. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dt.ua/TECHNOLOGIES/astronomi-otrimali-naybilsh-chitkiy-znimok-zirki-betelgeyze-246805.html>
3. Зимове Коло. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зимове_Коло
4. Астрономія- Діаграма Герцшпрунга- Рессела. Електронний ресурс. Режим доступу: https://my-astronomy.ucoz.ua/index/diagrama_gercshprunga_ressela/0-23
5. Вибух Бетельгейзе виведе з ладу електроніку. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://ukurier.gov.ua/uk/news/vibuh-betelgeyze-vivede-z-ladu-elektroniku/>
6. Зірка Бетельгейзе, очевидно, готова вибухнути. Чому вчені так радіють? Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-51269086>.
7. Вчені спрогнозували потужний вибух зірки в небі: коли він станеться. <https://apostrophe.ua/ua/news/society/2019-12-30/uchenye-sprognozirovali-moschniy-vzryiv-zvezdy-v-nebe-kogda-on-proizoydet/1843928>
8. Вибухова зірка. Чому Бетельгейзе перестала гаснути і що з ею буде. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://nv.ua/ukr/techno/popscience/vibuh-betelgeyze-vcheni-opublikovali-nove-doslidzhennya-50071010.html>
9. Ученые рассказали об опасности звезды Бетельгейзе для спутников и космонавтов. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://iz.ru/981103/2020-02-28/uchenye-rasskazali-ob-opasnosti-zvezdy-betelgeize-dlia-sputnikov-i-kosmonavtov>

STRANGE BEHAVIOR OF THE RED SUPER-GIANT BETELGEUSE

Nadiya Pochapska – head of the astronomical circle - methodologist of the Vinnytsia regional center of technical creativity of student youth (RCTCSY)

The article is about a significant change in the brilliance of one of the brightest stars of the night sky - the red super-giant Betelgeuse. If it were to be positioned on the Sun, then at maximum size it would absorb all the planets down to Jupiter. It could be observed only from Saturn. During the winter of 2019-2020, Betelgeuse significantly dimmed. How quickly does it explode and what threatens earthlings?

Key words: Betelgeuse, supergiant, constellation Orion, change of light, possibility of explosion, observation.