

Рис. 1. За допомогою Дуже Великого телескопа Європейської Південної обсерваторії (Very Large Telescope of the European South Observatory) у 2003 р. у зорі β Живописця (Pictor) був виявлений протопланетний диск. У 2008 р. за допомогою нових методів обробки даних зображення, отриманого у 2003 р., у планетній системі зорі була виявлена планета Pictor b (на фото), а 19 серпня 2019 р. було відкрито існування ще однієї планети Pictor c



МИСЛИВЦІ ЗА ЕКЗОПЛАНЕТАМИ

(Нобелівська премія з фізики 2019 року)

8 жовтня було оголошено імена лауреатів Нобелівської премії з фізики 2019 р.

Половина премії дісталася канадсько-американському вченому Джеймсу Піблсу (James Peebles) «за теоретичні відкриття у фізичній космології», другу половину розділили між собою швейцарські астрофізики Мішель Майор (Michel Mayor) і Дідьє Кело (Didier Queloz) «за відкриття екзопланети, що обертається навколо сонцеподібної зірки». Нобелівський комітет при Королівській шведській академії наук зазначив, що «відкриття цих учених є революційними для астрономії». Статтю присвячено другій, «спостережній» частині премії – відкриттю екзопланети 51 Пегаса b.



Іван Крячко
завідувач лабораторії
методологічного та
інформаційного
забезпечення освіти і науки
астрономічної
(МІЗОН-А)
ГАО НАН України,
м. Київ

Лауреатами Нобелівської премії з фізики 2019 року, як відомо, стали троє науковців – канадський космолог **Джеймс Піблс (James Peebles)** та швейцарські астрономи **Мішель Майор – Michel Mayor** (рис.1) і **Дідьє Кело – Didier Queloz** (рис. 2). Джеймс Піблс отримав премію за теоретичні відкриття, що сприяли нашому розумінню того, як Всесвіт розвивався після Великого вибуху, а Мішель Майор і Дідьє Кело – за відкриття у 1995 р. першої планети в нашій галактиці поза Сонячною системою, що обертається навколо зорі, подібної до Сонця. Віддаючи належну повагу Джеймсу Піблсу, ми з'ясуємо в цій статті докладніше, за що саме швейцарським астрономам присуджено цю найпрестижнішу нагороду.

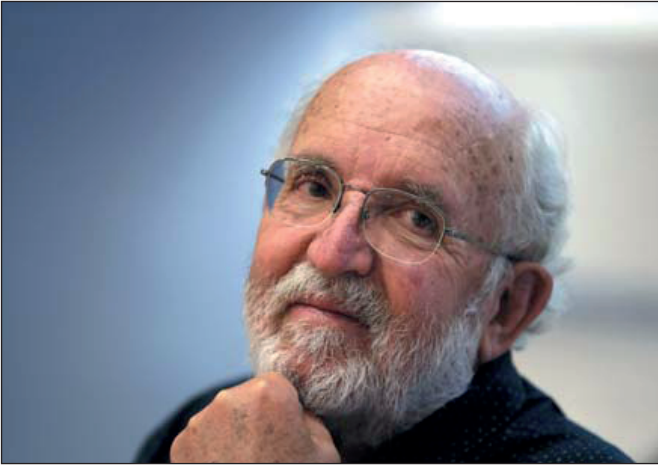
Упродовж кількох століть астрономи вели розмови про можливість існування біля інших зір (себто не Сонця) планет (в астрономії їх називають «екзопланетами»). Однак ці міркування не були підтвержені спостереженнями, хоча повідомлення про такі відкриття траплялися вже в XIX ст. Побачити планету біля якоїсь із зір прямо, дивлячись у телескоп, як це сталося у випадку відкриття **В. Гершелем** у 1781 р. планети Урану, не вдавалося аж до нашого часу через недостатню для цього роздільну здатність приладів.

Непрямі методи, один із яких, наприклад, дав змогу відкрити в 1846 р. планету Нептун, також не «спрацювали», оскільки чутливість приймачів не відповідала потрібним вимогам.

Коротко скажемо про метод променевих швидкостей, який урешті-решт дав змогу знайти першу екзопланету. В його основі лежить відомий зі шкільної фізики ефект Доплера. Якщо біля зорі є невидимий супутник, така пара обертається навколо спільного центра мас. Внаслідок гравітаційної взаємодії супутник впливає на рух зорі. Це помітно з того, як зоря, що лежить на промені зору спостерігача, періодично наближається і віддаляється від нього. Такі коливання променевої швидкості зорі можна виявити через її спектр: коли зоря наближається до спостерігача, спектральні лінії зміщуються в синю ділянку спектра, коли віддаляється – в червону (див. рис. 2).

Слід зауважити, що амплітуда коливань швидкості залежить від орієнтації площини орбіти планети: якщо площина перпендикулярна до променя зору, спостерігач нічого не виявить.

Променеві швидкості зір, супутниками яких є екзопланети, відносно невеликі (кілька десятків метрів на секунду й менші), а тому потрібної точності вимірювань астрономи досягли тільки наприкінці XX ст., подолавши багато технічних проблем для створення чутливих спектрометрів. Лише після цього можна було сподіватися на успіх у пошуку екзопланет (рис. 1).



Мішель Майор (Michel Gustave Édouard Mayor)

Фото: Manu Fernandez/AP

Швейцарський астрофізик, народився 12 січня 1942 р. в Лозанні. У 1966 р. здобув ступінь магістра з фізики в Університеті Лозанни, в 1971 р. захистив дисертацію (PhD) з астрономії в Женевському університеті. Відтоді працював у Женевській обсерваторії при цьому університеті (у 1998–2004 рр. директор), від 1988 р. професором Женевського університету. Брав участь у проєктах в Інституті астрономії Кембриджського університету, Інституті астрономії Гавайського університету, Європейської південної обсерваторії в Чилі. У 2007 р. офіційно вийшов на пенсію, але продовжує займатися дослідженнями в Женевській обсерваторії, почесний професор Женевського університету.

У різні роки очолював науково-технічну раду в Європейській південній обсерваторії, Швейцарське товариство астрофізики і астрономії, комісії МАС. Член Європейської академії наук (2004), почесний член Лондонського королівського астрономічного товариства (2008), іноземний член Французької академії наук (2003), НАН США (2010), Американської академії мистецтв і наук (2010). Лауреат премій Жуля Жансена (1998), Бальцана (2000), Шао (2005), Вольфа (2017) та ін; нагороджений медаллю Альберта Ейнштейна (2004) і Золотою медаллю Лондонського королівського астрономічного товариства (2015).

У 1988 р. канадські астрономи **Брюс Кемпбелл (Bruce Campbell)**, **Гордон Волкер (Gordon A.H. Walker)** і **Стефенсон Янг (Stephenson Yang)** оголосили про ймовірність існування планети біля зорі у Цефея [1]. Однак, оскільки спостережні дані були на межі чутливості методу, науковці не були впевнені в тому, що вони відкрили саме екзопланету, а не зареєстрували активність зорі (існування цієї екзопланети надійно було підтверджено лише в 2003 р. [2]).

Про відкриття першої в історії астрономії екзопланети в 1992 р. оголосили Александер **Вольцан (Aleksander Wolszczan)** і Дейл **Фрейл (Dale A. Frail)** за результатами спостережень, виконаних у 1990 р. на радіотелескопі обсерваторії Аресибо [3, 4]. Ця екзопланета обертається навколо пульсара – нейтронної зорі, що лежить на відстані 2300 світлових років від Землі в напрямку сузір'я Діви. Оскільки пульсари, скажімо так, специфічні зорі (життя на планеті біля такої зорі мало ймовірне), то відкриття поблизу одного з них планети не викликало особливого зацікавлення ані в науковому світі, ані серед широкого загалу. Інша справа – планета біля зір, подібних до Сонця.

Дуже близько до відкриття першої екзопланети біля звичайної, тобто сонцеподібної, зорі підійшли американські науковці **Джеффері Марсі (Geoffrey Marcy)** та **Пол Батлер (Paul Butler)**, які вели цілеспрямований пошук



Дідьє Кело (Didier Queloz)

Фото: Isabel Infantes/AFP via Getty Images

Швейцарський астроном, народився 23 лютого 1966 р. в Женеві. Навчався в Женевському університеті, де в 1990 р. здобув ступінь магістра з фізики, в 1995 р. захистив дисертацію (PhD) в Женевському університеті під керівництвом Мішеля Майора. У 1994 р. в обсерваторії Верхнього Провансу у Франції розпочав спостереження 142 зір із використанням нового тоді спектрографа ELODIE, який забезпечував підвищену точність вимірювання радіальних швидкостей до 15 м/с. Вже у січні 1995 р. була відкрита планета 51Pegasi b із масою близько половини маси Юпітера і періодом 4,23 діб. Надалі брав участь у серії успішних розробок спектрографів, значно поліпшивши точність доплерівської техніки. У 1997–1999 рр. працював у Лабораторії реактивного руху НАСА (США). У 2000 р. обійняв посаду наукового співробітника Женевської обсерваторії, а в 2008 р. став професором Женевського університету. Від 2007 р. співпрацював із командою WASP (Wide Angle Search for Planets) з виявлення планет транзитним методом, брав участь у космічній місії CoRoT. У 2013 р. став професором Кембриджського університету, де очолює дослідницький центр із вивчення екзопланет. Лауреат разом із М. Майором премії Фонду BBVA Вищої ради з наукових досліджень (Іспанія) (2011) та премії Вольфа з фізики (2017).

таких планет. У 1999 р. вони оприлюднили результати вимірювань променевої швидкості зорі 16 Лебеда [5, 6]. Зміни були хоча й періодичними, але зовсім несхожими на синусоїдальні, яких, на думку дослідників, слід було очікувати, якщо навколо зорі обертається планета. Ця особливість, а також, можливо, і той факт, про який Джеффері Марсі пізніше зізнався в одному з інтерв'ю: «...*відкриттів ми й не очікували. Шанси виявити хоч одну позасонячну планету тоді здавалися такими ефемерними, що важко було сподіватися на успіх. Ми просто робили те, що інші астрономи вважали безглуздим марнуванням часу*», завадила науковцям виконати докладніші спостереження.

Наприкінці 1993 р. Мішель Майор, тоді професор Женевського університету, та його аспірант Дідьє Кело розпочали систематичні вимірювання радіальних швидкостей у півтори сотні зір, подібних до Сонця. Для цього вони використовували спектрометр високої роздільної здатності, який незадовго до того встановили на 193-см телескопі обсерваторії Верхнього Провансу. Мішель Майор брав участь у розробленні цього інструмента.

Менше ніж через рік, восени 1994 р., науковці виявили, що зоря 51 Пегаса, одна з тих, які вони спостерігали, демонструє коливання радіальної швидкості з амплітудою 60 м/с і періодом 4,2 земної доби.

Аналіз спостережних даних здивував дослідників: усе вказувало на те, що навколо зорі на малій відстані від неї обертається екзопланета (її позначають 51 Пегаса b) з масою трохи меншою, ніж половина маси Юпітера.

Така картина не відповідала загальноприйнятій теорії формування Сонячної системи, яка стверджує, що газові планети-гіганти мають формуватися на більшій відстані від зорі, ніж землеподібні, тобто планети з твердими поверхнями. Однак буквально через два тижні відкриття швейцарських астрономів підтвердили їхні колеги Джеффри Марсі та Пол Батлер. Цікаво, що зоря 51 Пегаса не була серед тих, які розглядали американські дослідники, оскільки в каталозі вона була позначена як змінна зоря, а тому вони не взяли її до уваги. Хай там як, але зрештою Мішель Майор і Дідьє Кело зважилися на оприлюднення отриманого результату.

23 листопада 1995 р. журнал «Nature» опублікував їх статтю [7], з якої світ дізнався про відкриття планети, яка обертається навколо зорі, подібної до Сонця. Отже, Мішель Майор і Дідьє Кело здійснили давню мрію астрономів знайти планети за межами Сонячної системи біля подібних до Сонця зір. Однак їхнє відкриття більш значуще принаймні ще з двох причин: по-перше, астрономи отримали змогу вивчати планети та планетні системи в нашій галактиці і порівнювати їх із Сонячною системою, що допоможе краще зрозуміти її утворення та еволюцію, а по-друге, було відкрито шлях до пошуків планет, придатних для життя.

Очевидно, на цьому шляху науку чекає ще багато важливих знахідок. ■

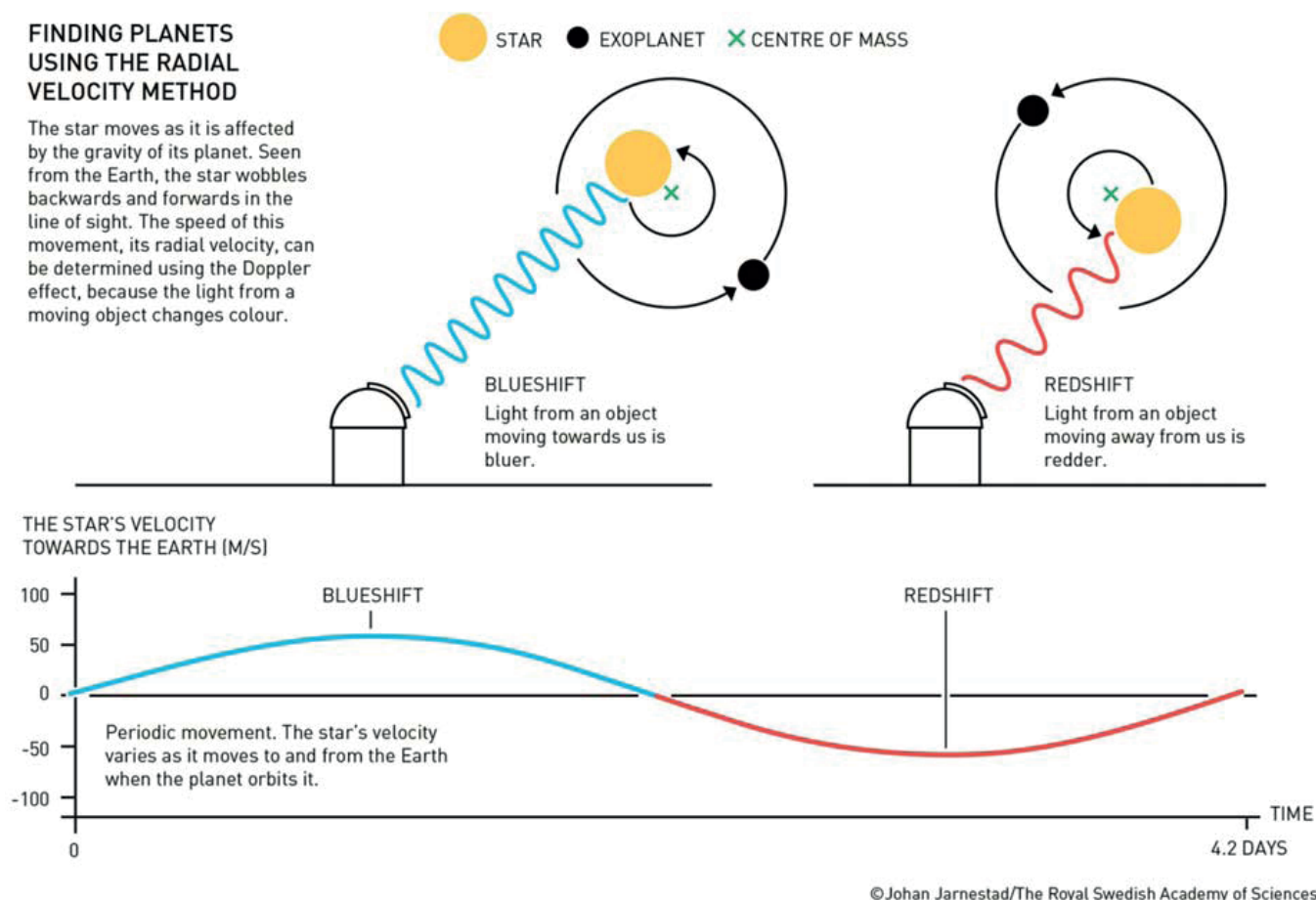


Рис. 1. Коливання променевої швидкості зорі, спричинені впливом екзопланети.
З сайту nobelprize.org

За матеріалами статті:

І.П. Крячко (2019). Мисливці за екзопланетами (Нобелівська премія з фізики 2019 року).
Вісник Національної академії наук України. 2019. № 12. С. 28-32.

Література

1. Campbell B., Walker G.A.H., Yang S. A search for substellar companions to solar-type stars. *Astrophysical Journal*. 1988. 331: 902.
2. Hatzes A.P., Cochran W.D., Endl M., McArthur B., Paulson D.B., Walker G.A.H., Campbell B., Yang S. A planetary companion to γ Cephei A. *Astrophysical Journal*. 2003. 599 (2): 1383.
3. Wolszczan A., Frail D.A. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257 + 12. *Nature*. 1992. 355: 145.
4. Wolszczan A. Confirmation of Earth-Mass Planets Orbiting the Millisecond Pulsar PSR B1257 + 12. *Science*. 1994. 264 (5158): 538.
5. Cochran W.D., Hatzes A.P., Butler R.P., Marcy G.W. The Discovery of a Planetary Companion to 16 Cygni B. *Astrophysical Journal*. 1997. 483(1): 457.
6. Hauser H.M., Marcy G.W. The orbit of 16 Cygni AB. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 1999. 111(757): 321.
7. Mayor M., Queloz D. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature*. 1995. 378: 355.