

НОВИЙ КАНАЛ ІНФОРМАЦІЇ – ГРАВІТАЦІЙНІ ХВИЛІ

Бужинський О.Є., Калінін В.В.

e-mail: oleksandr.buzhynskyi@nure.ua, e-mail: vitaly.kalinin@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики
м. Харків, Україна.

The transmission of information occurs exclusively via wave channels. Firstly, there are sound channels, which are based on longitudinal and transverse waves depending on the mechanism of energy transfer through the oscillations of the medium's particles in traveling waves. Secondly, there are electromagnetic channels, whose mechanism is associated with variable electric and magnetic fields that propagate both in media and in a vacuum. With the discovery of gravitational waves, another unique channel has emerged for acquiring information about the deep properties of the Universe.

В основі передачі інформації лежать хвильові процеси розповсюдження енергії коливань у просторі. В першу чергу це має відношення до енергії пружних коливань у твердих тілах, коли діють імпульсні джерела пружної енергії, і її перенос відбувається за рахунок градієнтних механізмів руху пружної деформації середовища. В якості другого прикладу можна взяти хвилі у газах і рідинах, де можливі виключно поперечні хвилі, і працює механізм «стиснення-розрідження» середовища. Третім прикладом каналу інформації є електромагнітний: найсучасніший, найважливіший, універсальний, бо електромагнітні хвилі можливі і в середовищах і у вакуумі. Універсальність обумовлена механізмом переміщення енергії коливань від одної точки простору до другої шляхом симетричного взаємного породження коливань електричного поля за рахунок коливань магнітного і навпаки.

До порохованих змінних силових полів і механізмів породження бігучих хвиль енергії не приєднано поле сил гравітації, тому що для нас воно є статичним. Це головне, але можна додати: 1- гравітаційні сили діють тільки в бік тяжіння, 2 – виключно слабкі відносно інших сил. Наприклад, сила електричного кулонівського відштовхування двох електронів в $4 \cdot 10^{42}$ разів більша за силу гравітаційного тяжіння. Гравітаційні сили – далекодійні, тому стають визначними, коли збирають величезні маси планетарних і космічних масштабів.

Більше 200 років тому Лаплас висунув гіпотезу про можливе існування гравітаційних хвиль ГХ. Теоретичні розрахунки сучасних астрономів свідчать, що ГХ породжуються у змінному полі тяжіння, коли гігантська генеруюча маса рухається імпульсно зі змінним прискоренням. При цьому «швидка» перебудова гравітаційного поля може розглядатися як змінне гравітаційне поле у просторі і часі. Градієнтні закони зв'язку енергії поля та сил гравітації можуть створювати деякий просторовий рельєф, у якому за

принципом суперпозиції можуть виникати (як при інтерференції) об'ємні нерегулярні області мінімумів і максимумів згущення енергії поля гравітації [2]. Ці області вже не пов'язані з масами-джерелами, а витискаються геть від них з великою швидкістю. Такі рухомі області коливання густини енергії гравітації можна вважати гравітаційними хвилями. Будь які масивні тіла на їх шляху будуть відчувати коливання ваги пропорційні амплітуді ГХ і в результаті деформуватися.

Намагання експериментальної реєстрації гравітаційної деформації масивних тіл почалися в різних країнах більш ніж півстоліття тому і довго були безрезультатними. Теоретики виявляли можливі причини «фіаско», а експериментатори покроково вдосконалювали прилад – геодезичний лазерний інтерферометр. Такі інтерферометри мають дві пробні маси до 10 т, розташовані на відстані тисяч кілометрів одна від одної і являють собою дві частини єдиної антени, яка допомагає з точністю до мільярдних частин метра визначати коливання відстані між пробними тілами.

Епохальне відкриття ГХ сталося 14 вересня 2015 року, коли детектори на двох кінцях інтерферометра в Хенфорді і Лівінгстоні США (відстань 3000 км) одночасно зафіксували гравітаційний сигнал тривалістю 0.015 секунди частотою від 35 до 250 Гц, що свідчив про злиття двох чорних дірок, які раніше оберталися навколо спільного центру мас [1]. Фактично, це злиття трапилось 1,3 млрд років тому, тобто сигнал подолав відстань в одну десяту розмірів Всесвіту і приніс неоціненну інформацію. По-перше гравітаційний сигнал прийшов одночасно з електромагнітним випромінюванням. По-друге, був визначений частотний спектр та особливості його зміни. По-третє, були знайдені маси двох чорних дірок до об'єднання, це 29 ± 4 та 36 ± 5 мас Сонця. Після злиття маса склалася у 62 ± 4 маси Сонця [2]. Це свідчить, що визначеному дефекту маси відповідає звільнена енергія, 4.8% якої перетворилося на пульсуючий потік енергії гравітаційної хвилі з початковою потужністю $3.6 \cdot 10^{49}$ Вт.

Відкриття ГХ підтвердило правильність теорії відносності і моделі існування змінних полів гравітації. Завдяки ГХ відкривається новий канал інформації для вивчення Всесвіту і процесів у ньому – наука астрономія стає дійсно багато хвильовою.

Список використаних джерел:

1. How a new era of astronomy will ride on gravitational waves. URL: <https://www.csmonitor.com/layout/set/amhtml/Science/2017/1003/How-a-new-era-of-astronomy-will-ride-on-gravitational-waves> (дата звернення: 3.02.2025)
2. NSF's LIGO Has Detected Gravitational Waves. URL: <https://www.nasa.gov/universe/nsfs-ligo-has-detected-gravitational-waves/> (дата звернення: 10.02.2025)