



ПРО ПРЕМІЮ КАВЛІ І ГРАВІТАЦІЙНІ ХВИЛІ

29 травня 2014 р. Норвезька академія наук оголосила імена цьогорічних лауреатів премії Кавлі у трьох номінаціях: астрофізика (Алан Гут, Андрій Лінде, Олексій Старобинський), нанотехнології (Томас Еббесен, Штефан Хелл, Джон Пендрі), нейронауки (Бренда Мілнер, Джон О'Кіф, Маркус Райкле). Церемонія вручення премії відбудеться в Осло 9 вересня 2014 р. Найбільший резонанс у світовому науковому співтоваристві викликали роботи номінантів з астрофізики, присвячені теорії космічної інфляції.

Премію Кавлі (Kavli Prize), яку вручають за видатні досягнення в трьох номінаціях — з астрофізики, нанотехнологій і нейро-наук, — було засновано в 2007 р. Премію названо ім'ям її фундатора і спонсора, норвезького мультимільонера і філантропа Фреда Кавлі (Fred Kavli). Співзасновники цієї престижної нагороди — Норвезька академія наук і Міністерство освіти і науки Норвегії.

За умовами премії, кандидатури претендентів пропонують професори та директори науково-дослідних інститутів, роботи самовисуванців не приймають до розгляду. Відбір переможців у кожній номінації покладено на спеціально створені комітети, до яких входять провідні фахівці у цій галузі, рекомендовані науковими академіями, зокрема Королівським товариством Великої Британії, Національною академією наук США, Французькою академією наук, Товариством Макса Планка, Китайською академією наук та іншими організаціями.

Починаючи з 2008 р. премію Фонду Фреда Кавлі вручають раз на два роки. Розмір грошової винагороди в кожній з номінацій становить 1 млн доларів США.

Премію Кавлі часто порівнюють з Нобелівською премією. Сам Фред Кавлі вважає, що нова премія не конкуруватиме з Нобелівською, а, навпаки, доповнюватиме її, охоплюючи вчених у тих напрямках науки, які не враховує найзнаменитіша премія у світі. Ф. Кавлі вважає, що рішення нового призового комітету будуть більш сміливими, ніж ті, які ухвалює Нобелівський комітет. Справді, Нобелівську премію останнім часом часто критикують за надмірну консервативність. Незважаючи



Лауреати з нейронаук: Бренда Мілнер, Джон О'Кіф, Маркус Райкле

на те, що сам Альфред Нобель висловлював намір заохочувати «вчених-мрійників», яким не вистає грошей на наукові пошуки, премію найчастіше отримують літні професори за результатами багаторічних досліджень. Фред Кавлі сподівається, що його премія буде набагато «оперативнішою». У Статуті премії точну вікову межу не встановлено, однак ставку зроблено на молодих науковців. Критерій «корисності» наукового відкриття, на думку Ф. Кавлі, не має значення. Мільйонер прагне підтримувати переважно фундаментальні дослідження, які якщо і знайдуть своє практичне застосування, то не в найближчому майбутньому.

Отже, цьогорічну премію в галузі нейронаук здобули Бренда Мілнер (Brenda Milner) з Монреальського неврологічного інституту при Університеті Макгілла, Джон О'Кіф (John O'Keefe) з Університетського коледжу Лондона і Маркус Райкле (Marcus Raichle) з Вашингтонської медичної школи при Університеті Сент-Луїса за відкриття спеціалізованих мереж мозку, що відповідають за пам'ять і пізнання.

Бренда Мілнер працювала з пацієнтами, що зазнали тяжких травм головного мозку. Вона та її колеги виявили, що медіальні відділи скроневої частки потрібні для формування так званої епізодичної пам'яті. Джон О'Кіф показав, що гіпокамп містить нейрони, які кодують інформацію про конкретне розташування індивідууму в просторі. Маркус Райкле розробив методики візуалізації активності мозку.

Вважають, що роботи цих учених допоможуть зрозуміти, що саме порушується в мозку



Лауреати з нанотехнологій: Томас Еббесен, Штефан Хелл, Джон Пендрі

людини з втратою пам'яті чи слабоумством, а також сприятимуть істотному прогресу в профілактиці та лікуванні таких хвороб.

Академія оголосила також імена дослідників, які стали переможцями в галузі нанотехнологій. Це Томас Еббесен (Thomas Ebbsen) з Університету Луї Пастера (Страсбург), Штефан Хелл (Stefan Hell) з Інституту біофізичної хімії Товариства Макса Планка і Джон Пендрі (John Pendry) з Імперського коледжу в Лондоні. Їх нагороджено за проривний внесок у технології оптичної мікроскопії та оброблення зображень. Ці вчені зруйнували фундаментальність законів про обмеження роздільної здатності оптичних зображень та мікроскопії і експериментально довели, що світло може взаємодіяти з наноструктурами, розміри яких менші, ніж довжина світлової хвилі. Раніше вважалося, що не можна отримати й побачити зображення частинок, якщо їх розміри не перевищують 200 нм. Кожен із цьогорічних лауреатів у власний спосіб показав, що це можливо.

Експерименти Томаса Еббесена, які він здійснив у 90-х роках, кинули виклик загальноприйнятій теорії поширення світла крізь надмалі отвори, що уможливило появу нових методів підвищення ефективності, поліпшення оптичних властивостей фотонних пристроїв і чутливості оптичних датчиків. Штефан Хелл запропонував і втілює у життя нові принципи оптичної мікроскопії, заснованої на ефекті вимушеного гасіння флуоресценції, — STED-мікроскопії, яка дає змогу фіксувати об'єкти з розмірами, набагато меншими за довжину хвилі світла в оптичному діапазоні, наприклад



Лауреати з астрофізики: Алан Гут, Андрій Лінде, Олексій Старобинський

процеси в живих клітинах. Джон Пендрі розробив теорію, покладену в основу створення нових оптичних нанорозмірних матеріалів з безпрецедентними властивостями, такими як, наприклад, від'ємний показник заломлення, запропонував модель так званої ідеальної лінзи з використанням срібла, золота, міді. Він є також одним із творців знаменитої «шапки-невидимки». Його дослідження показали, що за допомогою метаматеріалів, які заломлюють світло неприродним чином, електромагнітні хвилі можна спрямувати навколо об'єкта так, що цей об'єкт залишатиметься невидимим для стороннього спостерігача. Принаймні, так виходить у теорії, на практиці ж сконструювати такий захист вкрай складно.

У галузі астрофізики премію присуджено трьом ученим — Алану Гуту (Alan Guth) з Массачусетського технологічного інституту, Андрію Лінде (Andrei Linde) зі Стенфордського університету та Олексію Старобинському з Інституту теоретичної фізики ім. Л.Д. Ландау РАН — за новаторські роботи з теорії космічної інфляції. Ця теорія спричинила справжню революцію в нашому уявленні про Всесвіт.

Теорія Великого вибуху ґрунтується на тому, що Всесвіт почав існувати внаслідок гігантського вибуху близько 14 млрд років тому. Однак стандартна модель гарячого Всесвіту не могла пояснити, чому він виявився плоским, однорідним та ізотропним. У 1981 р. ідею про інфляцію на ранній стадії Великого вибуху, коли за дуже малий проміжок часу розміри Всесвіту збільшилися приблизно на 50 порядків, першим запропонував Алан Гут. Цей про-

цес супроводжувався фазовим переходом, у результаті якого відбулося розділення сильної і електрослабкої взаємодій. Інфляційна гіпотеза дала змогу розв'язати проблему горизонту і проблему площинності, але, як зізнавався сам А. Гут, його модель призводила до значної нерівномірності розподілу речовини на великих масштабах. У 1982 р. Андрій Лінде запропонував більш досконалу модель інфляції, в якій уже не було неприйнятних нерівномірностей. Він продовжував будувати дедалі складніші моделі, поки не дійшов до ідеї хаотичної інфляції, яка й домінує в сучасних уявленнях у цій галузі. Олексій Старобинський у 1980 р. незалежно розвивав подібну гіпотезу ранньої фази експоненціального розширення Всесвіту, зумовленої ефектами квантової гравітації. Із його розв'язків випливав один дуже важливий прогноз: при розширенні Всесвіту завдяки вакуумним флуктуаціям гравітаційного поля мають народжуватися гравітаційні хвилі.

Для світової наукової спільноти присудження премії з астрофізики саме за теорію космічної інфляції не було несподіванкою. Річ у тому, що інфляційна модель Всесвіту й досі володіє думками теоретиків, оскільки її доказ буде довгоочікуваним практичним підтвердженням теорії Великого вибуху. Астрономи всього світу мріяли зафіксувати так звані первинні гравітаційні хвилі — відгомони Великого вибуху, які, як вважають, під час народження Всесвіту пронизали весь простір. Однак через їх надзвичайну слабкість безпосередньо зареєструвати гравітаційні хвилі досі не вдалося.

І ось 17 березня 2014 р. на прес-конференції, яка викликала небувалий ажітаж у науковому середовищі, було заявлено про отримання прямих доказів на користь інфляційної моделі Всесвіту. Група американських дослідників, яка працює над проектом BICEP2, стверджує, що їм вдалося зареєструвати небесний сигнал, який виник унаслідок надшвидкого розширення Всесвіту через частки секунди після Великого вибуху.

Відкриття було зроблено на телескопі BICEP (Background Imaging of Cosmic Extragalactic



VICEP2 (на передньому плані) і телескоп SPT (South Pole Telescope). Антарктида. Станція Амундсен—Скотт. Фото з сайту www.cfa.harvard.edu



Сюрприз! Дослідник групи VICEP2 Чаолінь Ко без попередження навідався до Андрія Лінде зі звісткою про підтвердження його теорії космічної інфляції (кадр з фільму) http://www.youtube.com/watch?v=ZlfIVEy_YOA#t=17

Polarization), встановленому на американській антарктичній станції Амундсен—Скотт на Південному полюсі, де є сприятливі умови для спостережень (тонкий шар дуже сухого повітря). Завдання телескопа полягає у вимірюванні поляризації мікрохвильового фону, параметра, в якому, як вважають, і «защиті» ледь уловимі відгомони Великого вибуху.

Слід зазначити, що раніше, вивчаючи поляризацію реліктового випромінювання, вчені бачили градієнтну Е-моду, яка виникає під час взаємодії реліктового випромінювання з плазмою, і ніяк не могли зафіксувати роторну В-моду, зумовлену гравітаційними ефектами,

яка власне і є ознакою інфляції Всесвіту і залежить від щільності гравітаційних хвиль. Цей параметр вважався надзвичайно складним для аналізу через його надмалу амплітуду — 0,1 мкК. Тепер саме такі сліди, тобто поляризацію магнітної В-моди випромінювання, виявили дослідники в експерименті VICEP2.

«Параметри виявленої В-моди завдяки її кіральності є унікальною ознакою існування гравітаційних хвиль. Це перше пряме зображення, яке вказує на гравітаційні хвилі, що з'явилися вже в ранньому Всесвіті», — упевнений Чаолінь Ко (Chao-Lin Kuo) зі Стенфордського університету, один із ключових дослідників групи VICEP2.

Як же вдалося надійно встановити результати за такої малої амплітуди? Річ у тому, що технічно високочутливі мікрохвильові приймачі VICEP2 постійно і дуже швидко вдосконалювалися. Після останнього апгрейду в 2012 р. вони дозволили виявити В-моду зі статистичною значущістю $7,7\sigma$, що вища навіть за ті 5σ , які супроводжували відкриття бозона Хігса.

Учені вивчили лише невеличку ділянку в крайньому південному секторі неба. І все-таки вже зараз результати помітно відрізняються від того, на що розраховували більшість космологів. Сигнал виявився приблизно вдвічі потужнішим. Саме тому колаборація витратила 3 роки на вивчення отриманих результатів, їх повторну перевірку і спробу пояснити надто велике значення впливом інших об'єктів. І тепер дослідники з упевненістю говорять про свій результат як про науковий факт. «Все це було схоже на пошук голки в копиці сіна. Однак замість голки ми знайшли справжній лом», — коментує дослідження Клем Прайк (Clem Pryke) з Університету Міннесоти.

Однак не все так просто. У середині травня цього року фізик-теоретик з ЦЕРН Адам Фальковскі (Adam Falkowski) у своєму блозі «Résonances» заявив, що дослідники з команди VICEP2 припустилися помилки в методології. В Інтернеті поповзли чутки, що вони насправді, можливо, і не знайшли доказів космічної інфляції. Було висловлено припущення, що карта, яку використовувала команда,

могла бути неправильно інтерпретована. Більше того, 30 травня дві незалежні групи дослідників опублікували препринти статей, у яких дійшли висновку, що команда ВІСЕР2 недооцінила впливу галактичного пилу. Поки що члени проекту ВІСЕР2 спростовують усі закиди на свою адресу і стверджують, що вони, як і раніше, впевнені в надійності своїх результатів.

Прояснити ситуацію деякою мірою зможуть нові дані астрономічного супутника «Планк». На жовтень 2014 р. заплановано презентацію результатів аналізу даних, зібраних під час місії «Планка», щодо поляризації мікрохвильового фону та уточненої карти галактичного пилу.

Гравітаційні хвилі ще 100 років тому передбачив Альберт Ейнштейн у знаменитій загальній теорії відносності. Отже, якщо це відкриття підтвердиться, ми матимемо ще один переконливий доказ теорії Ейнштейна. «Перед нами відкриваються нечувані перспективи в абсолютно новій галузі фізики», — вважає професор Джон Ковач (John Kovac), керівник групи ВІСЕР2. Аві Леб (Avi Loeb) з Гарвард-

ського університету зауважує: «Ці результати не просто явний прояв інфляції, вони також говорять нам, коли саме відбулася ця інфляція і наскільки потужним був цей процес». Останній момент дуже важливий, оскільки сучасні моделі інфляції прямо впливають на оцінку нинішнього розміру Всесвіту — прийнятий сьогодні діаметр у 90 млрд світлових років може бути переглянутий.

З огляду на ці події і поки що незважаючи на скептицизм окремих дослідників, у науковій спільноті поширюється думка, що лауреати цьогорічної премії Кавлі мають великі шанси найближчим часом бути номінованими на Нобелівську премію з фізики.

Джерела:

Сайт Фонду Кавлі

<http://www.kavlifoundation.org/>

Гарвард-Смітсонівський центр астрофізики

<http://www.cfa.harvard.edu/news/2014-05>

*Заступник головного редактора
журналу О.О. МЕЛЕЖИК*