

## КОСМОЛОГІЧНІ ПОГЛЯДИ Г.А. ГАМОВА

*Стаття присвячена вивченню внеску всесвітньо відомого вченого українського походження Г.А. Гамова у космологію ХХ століття, у розвиток сучасної фізичної науки. Розглядається біографія Г.А. Гамова, як процес формування наукового світогляду, дається оцінка теорій, пов'язаних із застосуванням законів ядерної фізики для пояснення процесів формування енергії у зірках.*

**Ключові слова:** теорія гарячого Всесвіту, енергія зірок, елементарні частинки.

Розвиток фізичного знання в цілому і окремих його галузей на сучасному історичному етапі дав можливість зробити важливі відкриття, які формують більш чітке уявлення про навколишній світ. Завданням даної статті є вивчення ролі особистості відомого фізика українського походження Г.А.Гамова у становленні нових фундаментальних теорій в області космології та астрофізики. У статті розглядається діяльність вчених-фізиків, які вплинули на формування наукового світогляду Г.А.Гамова.

Актуальність даного дослідження визначається рядом обставин, пов'язаних зі стрімким розвитком нових течій у космології і наявністю суперечливих питань щодо теорії зародження і розширення Всесвіту. Крім того, існує фактор недостатньої інформованості українських учених про наукових розробку Г.А.Гамова, оскільки багато робіт і дані про вченого не перекладені на українську мову і не досліджені. В останні роки вітчизняними дослідниками були зроблені спроби висвітлити досягнення Г.А.Гамова і дати оцінку його внесок у розвиток таких сфер сучасної науки, як ядерна фізика, космологія, астрофізика тощо.

Постать Г.А. Гамова як вченого привертає до себе увагу багатьох дослідників, зокрема українських вчених – історики фізики. І це не випадково. Будучи вихідцем з України Г.А. Гамов змушений був іммігрувати, він потрапив у списки “невозвращенців” і тому багато років його ім'я в історії науки було під забороною. І лише зі здобуттям Україною незалежності відкрилися можливості вивчення творчого шляху всесвітньо відомого вченого з українськими коріннями. Вивченню наукового доробку Г.А. Гамова присвячені роботи Ю.О. Храмова [1], Ю. Ранюка [2], О. Колтачихіно[ 3, 4 ], О. Смирнова [5] та інших.

Бурхливий розвиток сучасної космології почалося з першої чверті ХХ століття. Він пов'язаний з іменами всесвітньовідомих вчених. Альберт Ейнштейн відкрив загальну теорію відносності (1915 р.). Олександр Фрідман передбачив розбігання Всесвіту (1922 р.). Едвін Хаббл відкрив множинності Галактик і їх розбігання (червоне зміщення) (1929), Джорж Леметр – розробка теорії Великого Вибуху(1931). Г.А. Гамов – передбачення мікрОВОЛНОВОЇ РАДІАЦІЇ як релікта Великого Вибуху(1948). Фред Хойл – розробка теорії зоряного нуклеосинтезу (1946). А. Пензіас і Р. Вільсон – відкриття реліктового випромінювання (1965). Стівен Хокінг – випромінювання сингулярності і чорних дір ( 1980-90- ті роки). Ален Гут –розробка теорії інфляції (1979). Вера Рубін – вивчення темної матерії ( з 1978 р.).

А. Ейнштейном протягом 1907-1916 р. розробляв загальну теорію відносності (ЗТВ) Ця теорія вперше в історії людства дозволила описати Всесвіт у цілому. У рамках ЗТВ Ейнштейн спробував побудувати модель статичного однорідного Всесвіту, для якого тиск і густина матерії у всіх точках простору є сталими величинами. виявилось однак, що при таких умовах рівняння ЗТВ не сумісні з уявленнями про статичний Всесвіт. Знаходячись під впливом загальноприйнятої фізичної парадигми того часу про незмінність Всесвіту, Ейнштейн був змушений ввести в рівняння додатковий доданок  $\Lambda$ , який одержав назву космологічної сталої [6, с.7]. З рівнянь, запропонованих Ейнштейном, можна отримати близько двадцяти різних космологічних моделей. Найбільш важливим класом з них є моделі нестатичного Всесвіту. Першу з них у 1922-1924 р. побудував російський вчений-метеоролог А. Фрідман. Фрідман довів, що рівняння ЗТВ допускають існування Всесвіту, у якому відстань між двома довільно вибраними точками простору змінюється з часом. Коли мова йде про модель Всесвіту, мають на увазі якраз залежність масштабного фактора  $R$ , за яким визначаються особливості розширення Всесвіту від часу  $t$  [7]. У моделі Фрідмана зміна масштабного фактора з часом залежить від середньої густини речовини у Всесвіті. Точніше, існує певне критичне значення густини зіставляючи з яким середню густину речовини можна зробити висновки щодо того, яка з моделей реалізується в природі реально[ 8, с. 320-336].

Тобто О.Фрідман, аналізуючи можливі наслідки загальної теорії відносності (ЗТВ) для структури і еволюції простору-часу, показав, що викривлене простір не може бути стаціонарним: воно повинно або стискатися (якщо кривизна позитивна), або розширюватися - при негативній кривизні. Фрідман написав про це Ейнштейну, але Ейнштейн вирішив, що це помилка. Теорія Фрідмана була остаточно підтверджена завдяки дослідженням В. Слайфера і Е. Хаббла. Згідно з даними Слайфера усі галактики віддаляються від нашої, оскільки лінії в їх спектрах випромінювання є зміщеними до червоного кінця (закон Допплера). Це явище одержало назву червоного зміщення. Хаббл, скориставшись спостереженнями Слайфера, визначив відстань до багатьох галактик і у 1929 р. сформулював закон Хаббла. З закону витікає, що галактики “розбігаються” у просторі – це означає тільки одне: Всесвіт дійсно розширюється. Визначивши сталу Хаббла, можна знайти і час існування Всесвіту, який, за оцінками вчених, складає 18-20 млрд. років (останні оцінки знижують цю цифру до 10-12 млрд.). Відкрите Едвіном Хабблом розширення Всесвіту повністю змінило характер дискусії про її походження. З'явилася ідея виникнення Всесвіту в результаті Великого Вибуху. Першим висловив цю ідею у 1931 р бельгійський астроном і священник Джордж Леметр. Ще в 1927 році, самостійно, не будучи знайомий з роботами Фрідмана, Леметр показав можливість того, що Всесвіт

розширюється. Дізнавшись про відкриття Хаббла і використовуючи нові в той час поняття квантової механіки, він логічно прийшов до гіпотези про виникнення Всесвіту з “первинного атома”.

Таким чином, можна описати таку картину походження Всесвіту. Нині спостережувана частина Всесвіту, або Метагалактика, перебуває у стадії розширення. Це може означати, що в минулому, був початок цього розширення, коли речовина мала дуже велику, навіть нескінченно велику густину, тобто існував деякий початковий стан, коли Всесвіт зосереджувався в точці ( сингулярній), де звільнялася теорія відносності, на якій загальна теорія відносності, на якій заснована фрідмановська модель “не працює”. Потім стався великий вибух (згідно Ж. Леметра), з якого і почалася історія Метагалактики. Що мало місце до Великого вибуху, науці невідомо. Храмав Фізика

Великий внесок у розвиток теорії Великого Вибуху вніс Георгій Гамов. Особистість Георгія Антоновича Гамова пов'язана з важливими відкриттями в області космології, ядерної фізики, а так само молекулярної біології. Розроблені ним теорії внесли значний вклад в сучасну науку. Деякі з них, а саме теорія гарячого Всесвіту і теорія альфа-розпаду лягли в основу нових напрямків в дослідженнях. Крім того, вченим вперше була сформульована проблема вивчення генетичного коду і запропонована модель його розшифровки. Розглядаючи життєвий і творчий шлях Г.А.Гамова слід згадати той факт, що майбутній всесвітньо відомий вчений українець за походженням. Г.А. Гамов народився в 1904 році в м.Одеса. Отримавши атестат про повну загальну середню освіту Одеського реального училища ім. Жуковського, Г.А. Гамов надійшов на фізичне відділення фізико-математичного факультету Новоросійського університету [9, с.27]. Закінчивши перший курс, Г.А.Гамов прийняв рішення продовжити здобуття освіти в центрі радянської фізичної науки - Петроградському університеті, вступивши в 1922 р на відділення фізики. Зарекомендував себе як успішного студента, Г.А. Гамову було запропоновано продовжити вивчати фізику у аспірантурі. У період з 1925 по 1928 рр. Гамов працював над дослідженнями у галузі оптики на тему аномальних змін коефіцієнта заломлення газів поблизу лінії поглинання з використанням методу “гаків” під керівництвом професора Д.С.Рожественського [10, с.6]. Згодом професор Ю.А.Крутков запропонував Гамову почати вивчення проблеми адіабатичної інваріантності квантового маятника з обмеженими амплітудами. У 1928 р під час стажування в інституті теоретичної фізики в г.Геттінген Г.А.Гамова була сформульована теорія альфа-розпаду на основі тунельного ефекту. У період з 1928 по 1929 рр. Г.А.Гамов співпрацює з Н.Бором, Е. Резерфордом, П.Еренфестом. Після повернення у 1930 р. до Ленінграду, Г.А. Гамов продовжує дослідження в галузі ядерної фізики, проте зіткнувшись з небажанням радянського керівництва сприяти у співробітництві з європейськими центрами фізичної науки, Г.А.Гамов прийняв рішення покинути межі СРСР. У 1931 році директор Радієвого інституту академік Володимир Вернадський висунув Гамова в Академію наук, і в 1932 році він стає наймолодшим в її історії членом-кореспондентом. Але академіком АН СРСР йому не судилося стати ... Гамов мав не тільки видатною фізичною, але ще і політичною інтуїцією. Задовго до “великого терору” він відчув, що ситуація в країні змінюється. Йому відмовили у виїзді в Рим на Перший міжнародний конгрес з ядерної фізики. За нього доповідь прочитав його приятель, майбутній нобелівський лауреат Макс Дельбрюк. Крім того, фундаментальний квантово-механічний принцип невизначеності Гайзенберга, що лежить в основі всіх гамовських теорій, раптом був оголошений таким, що суперечить діалектичному матеріалізму. Гамову заборонили його публічно згадувати в своїх доповідях (справедливості заради слід зазначити, що Ейнштейн до кінця життя теж вважав принцип невизначеності не більше ніж тактичною поступкою, оскільки вважав, що “Господь Бог не грає в кості”). Така особиста і творча несвобода Гамова категорично не влаштувала. У 1933 р. фізик працював над дослідженнями в Кембриджському університеті, Радієвому інституті, а також в інституті Н.Бора, однак йому не було запропоновано постійне місце роботи через політичну ситуацію на міжнародній арені [11, с.865].

У 1934 р. Г.А.Гамов був запрошений на посаду викладача в університет Дж.Вашінгтона, де йому випала нагода продовжити дослідження в області ядерної фізики і космології. Г.А.Гамов почав роботу з вивчення зв'язку ядерних процесів з джерелом енергії зірок. На конференції у Вашингтоні, організованого Г.А.Гамова в 1938 р. активно обговорювалося питання отримання енергії Сонцем та іншими зірками, оскільки зібрані відомості про Сонце, його температурних характеристиках свідчили про термоядерної природі джерел його енергії.

Г.А. Гамов спробував дати відповідь на питання, що являв Всесвіт (Метагалактика) після Великого вибуху, на початку розширення. Він запропонував у 1946-1948 роках модель “гарячого Всесвіту” як модель фізичних процесів у ранньому розширювальному, надзвичайно щільному та гарячому Всесвіті.

У автобіографічній книзі “Моя світова лінія” [9] Г. Гамов писав: “Згідно з оригінальною теорією розширювального Всесвіту Фрідмана, він повинен був розпочатися з сингулярного стану, при якому щільність і температура матерії були практично нескінченними. Ніякі атоми і навіть атомні ядра не могли б існувати в той час, і все повинно було бути зруйновано на протони, нейтрони і електрони, злиті в океан випромінювання високої енергії. Мені подобається називати таку суміш “ілем”, так як словник Вебстера визначає це слово як “перша речовина, з якого імовірно утворилися всі елементи”. У міру того, як Всесвіт розширювався і охолоджувався, протони і нейтрони повинні були почати стикатися один з одним, утворюючи дейтрони, тобто ядра важкого водню. Подальші об'єднання повинні були приводити до утворення все більш важких ядер, привівши врешті решт до спостережуваної нині поширеності різних хімічних елементів [9, с.118].

Необхідно зазначити, що у рамках цієї моделі Г.Гамов та його помічники Р. Альфер і Херман зробили спробу з'ясувати походження хімічних елементів.Згідно з цією моделлю, на початку розширення Всесвіту внаслідок ядерних реакцій справді мало місце утворення тільки водню і гелію, домішок інших хімічних

елементів був незначний. Щодо важких елементів, то як показали подальші дослідження, їх утворення тоді в принципі було неможливо.

У моделі гарячого Всесвіту основна увага зосереджується на стані речовини і фізичних процесах, що протікають на різних стадіях розширення Всесвіту. Відповідно до неї, плазма та електромагнітне випромінювання на ранніх стадіях розширення мали високі щільність і температуру. В процесі космологічного розширення Всесвіту, що згідно теорії передбачає його остигання, коли температура знизилась до 4000К відбулася рекомбінація протонів і електронів, після чого рівновага між речовиною, що утворилась у вигляді водню і гелію, і випромінюванням порушилася. Кванти випромінювання вже не мали необхідну для іонізації речовини енергію і проходили крізь неї, як крізь прозоре середовище. Температура відокремленого випромінювання знижувалась і нині становить близько 3К. Це випромінювання збереглося до наших днів як релікт, відлуння, Ранняго Всесвіту. Саме його і передбачили у 1948 році Г. Гамов і Р. Альфер та оцінили у 1953 р. його температуру (близько 7К).

Експериментально це реліктове випромінювання зареєстрували 1965 р., що й підтвердило теорію гарячого Всесвіту, отже і теорію Великого вибуху. Довгий час теорія гарячого Всесвіту і теорія Великого вибуху не привертала до себе уваги фізиків і космологів бо вважалися умоглядними. Проте з часом значення моделі гарячого Всесвіту з'ясувалося в повній мірі.

У книзі "Перші три хвилини" С. Вайнберг зазначав: "Гамов, Альфер і Херман заслуговують колосальної поваги, крім всього іншого, за те, що вони серйозно захотіли сприйняти ранній Всесвіт і дослідити те, що повинні сказати відомі фізичні закони про перші три хвилини" [13, с. 123-124].

Таким чином, можна стверджувати, що вплив розвідок Г.Гамова на сучасні погляди на походження Всесвіту досить значний.

Сьогодні на батьківщині Г.Гамова в Одесі регулярно проводяться міжнародні Гамовські конференції, на яких вчені з усього світу вшановуючи пам'ять видатного вченого обговорюють актуальні питання астрофізики і космології.

#### Джерела та література

1. Храмов Ю.О. Фізика. Історія фундаментальних ідей, теорій та відкриттів. – К.: Фенікс, 2012. – 816 с.
2. Ранюк Ю. М. Георгій Гамов і розщеплення атомного ядра: До 100-річчя від дня народження Г.А. Гамова / Ю. М. Ранюк // Наука та наукознавство : Міжнародний науковий журнал. – 2004. – № 3. – С.167-171.
3. Колтачихіна О.Ю. Дослідження сучасної температури реліктового випромінювання в працях Г.А. Гамова (40–50-і рр.ХХ ст.) / О.Ю. Колтачихіна // Історія науки і біографістика. – 2013. – № 3 – 15 с.
4. Колтачихіна О.Ю. Внесок вчених України у загальну теорію відносності та космологію // Наука та наукознавство. – 2005. – № 4. – С. 64-66.
5. Смирнов А.Р. Георгій Гамов – трижды не лауреат Нобелевской премии / А.Р. Смирнов // Химия и жизнь. – 2005. – № 3 – С. 34–37.
6. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из Хаоса. Новый диалог человека с природой. Перевод с английского Ю.А. Данилова. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
7. Розенталь И.Л. Вероятность возникновения Метагалактики // Земля и Вселенная. – № 1. – 1992 – С.3-7.
8. Альберт Эйнштейн и теория гравитации. – М.: Мир, 1979. – 592 с.
9. Гамов Дж. Моя мировая линия: неформальная автобиография / Пер. Улама С. – М.: Наука, 1994. – 304 с.
10. Прокофьев В.К., Гамов Г.А. Аномальная дисперсия в главной серии калия / В.К. Прокофьев, Г.А. Гамов. – Труды ГОИ. – Л., 1928. – Т.4, № 36. – 89 с.
11. Френкель В.Я. Георгий Гамов: линия жизни 1904–1933 / В.Я.Френкель // Успехи физических наук. – М., 1994. – № 8, Т.164. – С. 845-889.
12. Gamov G. // Phys. rev. 1946 - 70 - 572 1948 - 74 – 505
13. Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной / С. Вайнберг. – М.: Энергоиздат, 1981 – 210 с.

#### **Sinyagina K. A. The aspects of George Gamow's cosmological thoughts**

*This article is dedicated to evaluate contribution to cosmology of 20-th century made by well-known scientist George Gamow, who has Ukrainian origin. There will be discovered his influence on development of modern physical science as well. It will be also considered George Gamow's biography as a formation process of his scientific outlook, there will be given an evaluation of some theories bound with implementation of the principles of nuclear physics which can explain the process of energy formation in the stars.*

**Key words:** Hot Universe theory, stellar energy, elementary particles.

#### **Синягина Е. А. Космологические взгляды Г. Гамова**

*Статья посвящена изучению вклада всемирно известного ученого украинского происхождения Г. Гамова в космологию XX века, в развитие современной физической науки. Рассматривается биография Г. Гамова, как процесс формирования научного мировоззрения, дается оценка теорий, связанных с применением законов ядерной физики для объяснения процессов формирования энергии в звездах.*

**Ключевые слова:** теория горячей Вселенной, энергия звезд, элементарные частицы.