

Ф. В. Моцний,

доктор фізико-математичних наук, професор,

E-mail: motsnyifv@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6377-3188>

Наукові відкриття Нобелівського рангу спадкоємця запорізьких козаків

**Г. А. Гамов (1904–1968 рр.)**

У роботі з єдиної науково-методичної позиції розглянуті три фундаментальні відкриття народженого в Україні професора Григорія Антоновича Гамова, кожне з яких заслуговує на Нобелівську премію – найбільш престижну світову відзнаку досягнень науковців.

Простежено становлення Г. Гамова як одного з найвидатніших учених ХХ століття – енциклопедиста, фізика-теоретика за покликанням, астрофізика, космолога і біофізика, талановитого і блискучого популяризатора науки, твори якого читаються на одному диханні, а також автора незабутніх витівок і жартів. Г. Гамов був членом Данської королівської академії наук, Американської академії мистецтв і наук, Міжнародного астрономічного союзу, Американського фізичного товариства, почесним доктором багатьох університетів світу. І хоча його ім'я мало відоме в Україні, проте без нього історія науки була б неповною.

Уже з раннього дитинства Г. Гамов проявив неабиякий інтерес до наукових досліджень, використавши мікроскоп для пошуку еритроцитів і телескоп для спостереження за кометою Галлея. Він закінчив фізико-математичний факультет Ленінградського державного університету, де слухав лекції засновника еволюційної космології професора О. Фрідмана. Стажувався у Геттінгенському університеті – центрі тодішньої теоретичної фізики, працював у лауреатів Нобелівської премії професорів Е. Резерфорда і Н. Бора. У 28 років Г. Гамов за рекомендацією академіка В. Вернадського став наймолодшим членом-кореспондентом АН СРСР за усі роки її існування.

Упродовж усього життя Г. Гамов цікавився найбільш фундаментальними проблемами науки і зробив відкриття світового рівня, вписані золотими літерами у скарбницю досягнень людства. Він першим пояснив досліди Е. Резерфорда з альфа-частинками (тунельний ефект); отримав емпіричну формулу Гейгера – Неттолла, що зв'язує енергію альфа-частинок з періодом напіврозпаду радіоактивних ядер. Г. Гамов є одним із піонерів крапельної моделі ядра та застосування ядерної фізики до питань еволюції зірок. Він висунув фантастичну гіпотезу про ранній Всесвіт, вважаючи його не лише надто щільним, а й дуже гарячим. Також науковець побудував теорію Великого вибуху, з якої випливало існування реліктового випромінювання (космічного мікрохвильового фону) з температурою на 5–7 градусів вище температури абсолютного нуля, виявленої методом радіоастрономії. Серед його геніальних передбачень – триплетна модель генетичного коду, алфавіт життя з трибуквеними словами, підтверджена експериментально на основі рентгеноструктурних досліджень ДНК і системи емпірично встановлених правил Е. Чаргаффа. Ці відкриття сприяли не лише розвитку світової науки, а й розв'язанню важливих практичних та економічних завдань.

Ключові слова: *альфа-розпад, тунельний ефект, переходи Гамова – Теллера, Всесвіт, Великий вибух, реліктове випромінювання (космічний мікрохвильовий фон), жива матерія, ентропія, триплетна модель генетичного коду, прогрес економіки, Нобелівська премія.*

Минулого року виповнилося 115 років від дня народження Георгія Антоновича Гамова – вченого енциклопедичних знань, фізика за покликанням, легендарного фізика-теоретика, талановитого й яскравого популяризатора науки, автора незабут-

ніх витівок і жартів. Його вагомі здобутки у різних галузях знань і сьогодні викликають здивування й захоплення. Ім'я Г. Гамова майже півстоліття заборонялося згадувати у вітчизняній науці, хоч він ніколи не паплюжив країну, де народився і зростав. Без його праць історія науки була б неповною.

© Ф. В. Моцний, 2020

Г. Гамов запропонував квантово-теоретичне пояснення альфа-розпаду ядер та узагальнив модель бета-розпаду, побудував теорію Великого вибуху і триплетну модель генетичного коду, що обумовило розвиток науки ХХ століття, розв'язання практичних завдань та економічний прогрес. Кожне з названих відкриттів мало б бути відзначене Нобелівською премією [1; 2]. Однак ці досягнення Г. Гамова проаналізовані в літературі недостатньо, що свідчить про актуальність проблеми дослідження. Насмілююся їх розглянути.

Ця стаття продовжує роботи автора [3; 4], присвячені прикладній статистиці та досягненням експериментальної і фундаментальної науки сьогодення, їх впливу на розвиток міжнародної кооперації та економіки. Метою статті є ознайомлення з піонерськими відкриттями професора Г. Гамова, з його науково-методичними підходами до аналізу і розв'язання складних проблем на основі математики – найкоротшого шляху до самостійного мислення, як вважав німецький математик-універсал Д. Гільберт.

Навчання, творчі захоплення. Георгій Антонович Гамов народився 4 березня 1904 року в м. Одеса, у дворянській родині вчителів. Його батько, Антон Михайлович Гамов, був викладачем російської мови і літератури, а мати, Олександра Арсентіївна Лебединцева, – історії та географії. З боку батька більшість предків належала до військових, а з боку матері – до діячів духовної культури, висхідна лінія яких сягає часів Запорізької Січі. Це з гордістю відзначено в автобіографічній монографії [5], де вміщено копію з картини І. Рєпіна «Запорожці». Слід згадати також добрим словом братів Арсентія Гавриловича та Петра Гавриловича Лебединцевих. Перший – батько матері Г. Гамова, оборонець Севастополя; другий – київський архієпископ, який 7 травня 1861 року відспіював Тараса Григоровича Шевченка у київській церкві Різдва Христового на Подолі.

Коли хлопчикові виповнилося 9 років, померла мати і його виховання лягло на плечі батька. Бажаючи, щоб син розвивався гармонійно, той сприяв заняттям фізичними вправами, знайомив з кращими зразками хорової та інструментальної музики, живописом, оперним мистецтвом (благо у місті був оперний театр з прекрасною акустикою!), контролював літературну освіту і уважно стежив за загальною. Йдучи у ногу з часом, Антон Михайлович подарував Жорі мікроскоп і телескоп – прилади, що викликали у нього неабияке захоплення і, можливо, визначили подальший вибір професії. Уже з раннього дитинства він проявив інтерес до наукових досліджень. Так, використавши мікроскоп, хлопчик встановив, що отримана у церкві проскура і приготований ним аналог хліба, змоченого вином, нічим не відрізняються. Досліджуючи

далі церковний хліб, він не знайшов слідів еритроцитів, які, як на його думку, мали б бути присутні у крові господній, що сприяло, напевно, відходу від релігії. За допомогою телескопа хлопчик спостерігав комету Галлея – першу комету, точно передбачену вченими. Під час навчання у гімназії Г. Гамов цікавився фізикою, астрономією і математикою, проштудював відомі книжки К. Фламмаріона з диференційного числення й отримав у такий спосіб добру базову підготовку, відзначену пізніше професором Г. Фіхтенгольцем, автором знаменитого тритомника «Курс диференціального та інтегрального числення».

У 1921 році Г. Гамов закінчив гімназію і став студентом фізико-математичного факультету Новоросійського (Одеського) університету, а з 1922 року – Петроградського, поєднуючи навчання з роботою. Мріяв зайнятися теорією відносності, слухав лекції професора О. Фрідмана – засновника еволюційної космології, але життя внесло свої корективи. У 1926 році Г. Гамов закінчив університет і був рекомендований професором Д. Рощевським в аспірантуру. Керівником дисертаційної роботи став професор Ю. Крутков, який запропонував тему, присвячену адіабатичним інваріантам у додатку до квантової теорії коливань маятника. Молодий аспірант розпочав дослідження без особливого вогнику, оскільки у той час почала стрімко набирати оберти нова наука – квантова механіка, яка не могла не захопити науковця. У рамках теми дисертації, захищеної у 1929 році, йому вдалося встановити, що умова адіабатичності не виконується в точці переходу від коливального руху до обертового.

Альфа- і бета-розпад ядер. Улітку 1928 року за підтримкою професора О. Хвольсона, автора відомих курсів з фізики, Г. Гамов був відряджений на стажування у Геттінгенський університет – світовий центр тодішньої теоретичної фізики. Приїхавши у Геттінген, науковець завітав до бібліотеки і прочитав у журналі *Philosophical Magazine* статтю лауреата Нобелівської премії Е. Резерфорда, в якій обговорювалася ядерна реакція, що виникає при бомбардуванні урану швидкими альфа-частинками природних джерел радіоактивного випромінювання. Е. Резерфорд поставив запитання, чому ці частинки з удвічі більшою енергією, ніж ті, що випромінюються при розпаді урану (за спонтанного поділу ядер), не можуть проникнути в ядро, якщо цей бар'єр не перешкоджає виходу альфа-частинок із ядра. Для пояснення цього парадоксу Е. Резерфорд використав аналогію виведення великого корабля з гавані двома буксирами у відкрите море та їх повернення назад. Г. Гамов не погодився з такою інтерпретацією, зрозумів, у чому справа, на другий день з неймовірною швидкістю закінчив розрахунки і написав статтю [6], уперше

запропонувавши кількісну теорію альфа-розпаду ядер на основі квантової теорії. У цій статті, надісланій 29 липня 1928 року до редакції журналу "Zeitschrift für Physik", на основі розв'язку рівняння Е.Шредінгера для потенціального бар'єра заданої форми показано, що для альфа-частинки, енергія якої менше висоти кулонівського бар'єра, який оточує ядро, існує кінцева ймовірність проникнення за межі бар'єра (тунельний ефект), тобто частинки з невеликою енергією можуть з певною ймовірністю проникати скрізь потенціальний бар'єр. Також Г. Гамов розрахував розмір ядра й отримав формулу Гейгера – Неттолла, яка відповідає емпірично встановленому у 1911 році закону, що зв'язує енергію альфа-частинки з періодом напіврозпаду радіоактивних ядер. Робота викликала фурор, вона була схвалена в найпотужніших центрах теоретичної фізики і продемонструвала тріумф кантової механіки. Через два місяці після закінчення розрахунків у свіжому номері журналу Nature [7] була оприлюднена стаття американців Р. Герні та Е. Кондона, в якій ідея тунельного механізму альфа-розпаду ядер лягла в основу якісної теорії цього явища. Однак зазначені вчені надіслали її на день пізніше, тобто 30 липня 1928 року, а отже, пріоритет і авторство – на боці Г. Гамова!

Із закордонного відрядження Г. Гамов повернувся у Ленінград на хвилі всесвітньої слави і визнання. Його тепло зустріли друзі та наукова громадськість. У 1929 році він отримує на рік стипендію від фонду Рокфеллера і знову їде за кордон, де працює у Кавендіській лабораторії Кембриджського університету у Е. Резерфорда та в Інституті теоретичної фізики у лауреата Нобелівської премії Н. Бора (Данія), пише статті з теорії ядра й огляди для журналу "Успехи физических наук" (УФН) і підсумовує результати досліджень у монографії "Атомное ядро и радиоактивность", перекладений на англійську і французьку мови. Г. Гамов стає однією із зірок першої величини у галузі теоретичної і ядерної фізики. Весною 1931 року він повертається до Ленінграда і підключається до ядерних досліджень. 29 березня 1932 року за підтримки академіка В. Вернадського Г. Гамов стає наймолодшим (28 років!) членом-кореспондентом АН СРСР за всі роки її існування.

Політична ситуація в країні погіршується. У жовтні 1932 року Г. Гамова не випускають на міжнародний конгрес у Римі з проблем ядерної фізики, на який учений мав запрошення і надіслав доповідь. Учасниками конгресу були найвидатніші фізики того часу, більшість із яких – лауреати або майбутні лауреати Нобелівської премії. Доповідь Г. Гамова була зачитана. Після закінчення роботи конгресу йому як одному з найпопулярніших теоретиків передали привіт, надіславши поштову листівку, підписану більшістю учасників. У верес-

ні 1933 року науковець виступив на Всесоюзній ядерній конференції (Ленінград) із доповіддю, яка, на жаль, не була надрукована у працях конференції 1934 року.

У 1932–1933 роках, коли в Україні лютував голодомор, Г. Гамов двічі намагався разом з дружиною нелегально покинути СРСР: спочатку на байдарці через Чорне море, а потім шляхом перетину кордону з Фінляндією. Обидві спроби закінчилися невдало. У 1933 році Г. Гамов отримав запрошення з проханням повторити ленінградську доповідь на VII Сольвеївському конгресі "Структура і властивості атомного ядра" (Бельгія). Щоб уникнути можливого арешту, науковець вів перемовини з високопосадовцями про виїзд і у жовтні 1933 року за підтримки й під особисту відповідальність професорів Н. Бора і П. Ланжевена (Франція) подружжя легально перетинає кордон, прибуває до Бельгії і бере участь у роботі конгресу. Г. Гамов отримує цікаві пропозиції на роботу в Парижі (М. Кюрі), Кембриджі (Е. Резерфорд), Копенгагені (Н. Бор) і у ряді наукових установ США. Учений неодноразово звертався до офіційних осіб з проханням продовжити закордонне відрядження, але кожного разу йому відмовляли. Врешті-решт, усупереч порадам професора Н. Бора, Г. Гамов прийняв рішення про неповернення на батьківщину. Відповіддю став усебічний осуд, його було позбавлено роботи й у 1938 році виведено зі складу членів-кореспондентів Академії наук. Як наслідок, перекривається кисень іншим талановитим молодим ученим, їх не випускають за кордон, в СРСР поглиблюється політика ізоляції і через це гальмується подальший розвиток науки. Тільки у 1990 році рішенням загальних зборів Академії наук СРСР Г. Гамов поновлюється (посмертно) у складі членів-кореспондентів.

Після закінчення Сольвеївського конгресу вчений працює впродовж року в Парижі, Кембриджі, Копенгагені, читає лекції в університеті штату Мічиган. У 1934 році він емігрує до США, де у 1934–1956 роках працював професором приватного дослідницького університету імені Джорджа Вашингтона у Вашингтоні, а з 1956 року до кінця життя (1968 рік) – професором університету Колорадо. Громадянство США він отримує у 1940 році. З 1934 року Г. Гамов продуктивно працює з Е. Теллером (батьком водневої бомби). Вони розроблюють теорію будови червоних гігантів, теорію еволюції зірок з термоядерним джерелом енергії та узагальнюють теорію бета-розпаду Е. Фермі – ще одного типу радіоактивності, вводячи у фізику поняття "переходи Гамова – Теллера" [1; 2; 8].

Космологія. У середині 1940-х років Г. Гамов переключився на астрофізику і космологію, зацікавившись походженням хімічних елементів та їх відносним розподілом. Це зумовило його інтерес

до витоків походження Всесвіту та початкових кроків космологічного розширення. Оскільки Всесвіт складається переважно з водню (близько 75%) і гелію (близько 25%) та зовсім малої кількості більш важких елементів (вуглець, азот, кисень, кальцій, кремній, залізо та ін.), а в зірках, подібних до Сонця, не утворюються хімічні елементи, важчі за гелій, Г. Гамов задав собі питання: а не могли хімічні елементи утворитися не в зірках, а одночасно скрізь у Всесвіті на перших кроках розширення? Після певних роздумів учений розробляє теорію утворення хімічних елементів шляхом послідовного захвату нейтронів і в 1953 році висуває фантастичну гіпотезу, що ранній Всесвіт був не лише надто щільним, а й дуже гарячим і саме за таких умов могли синтезуватися всі хімічні елементи [7; 9]. Запропонований підхід трактування раннього Всесвіту як “гарячого” на основі термодинаміки і ядерної фізики був для більшості фізиків і астрономів неочікуваним і зухвалим. З нього випливало існування реліктового випромінювання, що несе в собі інформацію про ранню, догалактичну історію світу. При цьому Г. Гамов виокремив синтез елементів і космічне випромінювання [7], назване у нас реліктовим, а на Заході – космічним мікрохвильовим фоном, яке не зникає, а продовжує розповсюджуватися разом із середовищем при розширенні Всесвіту. Це випромінювання існує дотепер і являє собою термодинамічний рівноважний розподіл фотонів, які рівномірно заповнюють увесь Всесвіт з дуже низькою температурою, що, згідно з оцінками Г. Гамова, на 5–7 градусів перевищує температуру абсолютного нуля.

У 1965 році реліктове випромінювання з температурою $3,1 \pm 1,0$ К було випадково виявлене експериментально американськими радіоастрономами А. Пензіасом і Р. Вільсоном [10], які разом з академіком П. Капицею отримали Нобелівську премію з фізики за 1978 рік [11]. Згідно з уточненими космологічними дослідженнями, температура реліктового випромінювання становить $2,73 \pm 0,05$ К [7].

Теорія походження Всесвіту Г. Гамова називається космологією Великого вибуху і є сьогодні загальноприйнятою [7]. Доведено, що реліктове випромінювання є анізотропним [12], а його спектр має форму спектра абсолютно чорного тіла [13] (Дж. Матер, Дж. Смут, Нобелівська премія з фізики за 2006 рік [14]). Ця теорія підтверджена також відкриттям у 2012 році на Великому адронному колайдері [4] бозона Хіггса (П. Хіггс, Е. Франсуа, Нобелівська премія з фізики за 2013 рік [15]) і Нобелівською премією з фізики за 2019 рік «За теоретичне відкриття в області фізичної космології» Дж. Піблса [16] Отже, відкриття реліктового випромінювання і його подальші дослідження стали тріумфом космології Г. Гамова, гімном людському

розуму, але, на жаль, знати про це ученому вже не довелося.

Генетика. У 1947 році вийшла книжка лауреата Нобелівської премії Е. Шредінгера “Що таке життя з точки зору фізики?” [17], де життя віднесене до найактуальніших проблем науки і розглянуте як складний фізичний процес. Зазначено, зокрема, що ентропія живих організмів безперервно зростає до максимальної. Для того, щоб залишатися живими, організми вимушені жити від’ємною ентропією, витягуючи її з навколишнього середовища і підтримуючи у такий спосіб себе на сталому і досить низькому її рівні. Окрім того, Е. Шредінгер окреслив проблему генетичного коду як системи запису спадкової інформації в макромолекулах органічної живої матерії, що стимулювало постановку завдань і проведення нових теоретичних і експериментальних досліджень.

Основним генетичним матеріалом усіх клітинних організмів є дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) [18–20]. Вона забезпечує довготривале зберігання і передачу спадкових ознак при поділі клітин в процесі росту і розмноження. Встановлення структури її молекули було ключовим і найактуальнішим завданням у біології, розв’язати яке вдалося вченим Великої Британії і США. У 1951 році першу рентгенограму молекули ДНК отримала Р. Франклін, але розшифрувати її вона не змогла. У 1953 році Дж. Уотсон і Ф. Крік на базі рентгеноструктурних даних ДНК, отриманих М. Уілкінсом і Р. Франклін, і системи емпірично встановлених правил Е. Чаргаффа, що описують кількісні співвідношення між різними типами азотистих основ у ДНК, у структурі цієї молекули виявили подвійну спіраль, складену з двох ланцюгів [21]. Нобелівська премія з медицини або фізіології за 1962 рік була присуджена з формулюванням “За відкриття, що стосуються молекулярної структури нуклеїнових кислот та їх значення для передачі інформації у живій матерії” [22]. Основними структурними компонентами молекули ДНК є нуклеотиди, до складу яких входять три хімічно різні частини: дезоксирибоза, азотисті основи та фосфатна група. Азотистими основами є пуринові (А – аденін (adenine) і G – гуанін (guanine)) та піримідинові (С – цитозин (cytosine) і Т – тимін (thymine)) [18; 19].

Після з’ясування генетичної функції ДНК та її структури настав час для розшифрування генетичного коду – встановлення відповідності між послідовністю нуклеотидів у молекулі ДНК і послідовністю амінокислот у молекулі білка, яка нею кодується. У 1954 році Г. Гамов уперше довів, що при об’єднанні чотирьох нуклеотидів трійками отримуємо 64 різні комбінації, яких цілком досить для запису спадкової інформації, тобто запропонував універсальний генетичний код – алфавіт

життя з трибуквеними словами. [1; 5]. Хід думок науковця був простим. Білки будуються з 20 амінокислот. Властивості кожного білка визначаються тим, із яких амінокислот і в якій послідовності він побудований. Синтез білків керується амінокислотами, за допомогою яких зберігається і передається інформація про будову білків. Запис цієї інформації чотирибуквеним алфавітом нуклеотидів А, G, C і T однаковий для всього живого (тварин, рослин, бактерій і вірусів), тобто кожне слово в генетичному коді є назвою амінокислоти, а кожне речення визначає білок. Звідси висновок, що кількість слів має бути не меншою за кількість амінокислот, тобто 20. Якщо кожне слово складається з двох букв, то різних пар у чотирибуквенному алфавіті буде $4^2=16$, що менше за число амінокислот. Якщо ж кожне слово буде складатися з трьох букв, то слів у цьому алфавіті буде $4^3=64$, що більше за число амінокислот. Зваживши всі за і проти, Г. Гамов зупинився на триплетній моделі генетичного коду, вважаючи, що відповідність між

64 словами життя і 20 амінокислотами має встановити експеримент.

У 1968 році американські біохіміки Р. Холлі, М. Ніренберг і Г. Корана розшифрували генетичний код і підтвердили триплетну модель Г. Гамова, за що отримали Нобелівську премію з медицини або фізіології за цей рік [23] Розділити радість успіху і злет генетики Г. Гамова не судилося, бо він помер 19 серпня 1968 року. Триплетна модель генетичного коду відбита з великою винахідливістю і сердечною теплотою митцями України в портреті Г. Гамова, представленому на рис. 1 [24].

Спадкоємець запорізьких козаків Георгій Антонович Гамова – вчений зі світовим ім'ям, чиє серце віддане людям, повертається додому. В Одесі проводяться міжнародні конференції Г. Гамова з астрофізики і космології, на Молдаванці є сквер його імені, а на поверхні Місяця – великий ударний кратер.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, у роботі простежено становлення Георгія Антоновича Гамова як одного з найвидатніших учених ХХ століття. На основі єдиного науково-методичного підходу розглянуто його наукові відкриття в трьох різних галузях знань: ядерній фізиці, космології та генетиці. Зазначено, що ці відкриття становлять золотий фонд світової науки, відповідають Нобелівському рангу й обумовили розв'язання надзвичайно важливих практичних завдань, чим сприяли економічному злету.

Стаття цікава насамперед спеціалістам, які займаються прикладною математикою, пошуками нових явищ, космологією, генетикою; розробкою навчальних методик і програм; розв'язанням економічних проблем тощо. Вона є цікавою також для студентів і аспірантів, які бажають ознайомитися з методикою організації наукової творчості геніального вченого, одесита Георгія Антоновича Гамова. “Наука – це сенс життя, усе найкраще зібрано в ній, а тому ми всі так вірно їй служимо”, – зазначав лауреат Нобелівської премії академік В. Гінзбург.

Подальший розвиток досліджень пов'язаний з аналізом науково-популярної спадщини Г. Гамова, що стала бестселером за життя автора і була відзначена премією Калінга – найпрестижнішою у світі відзнакою ЮНЕСКО за популяризацію науки. Також можливим є розгляд економічних завдань на основі методів, запропонованих нашим геніальним співвітчизником.

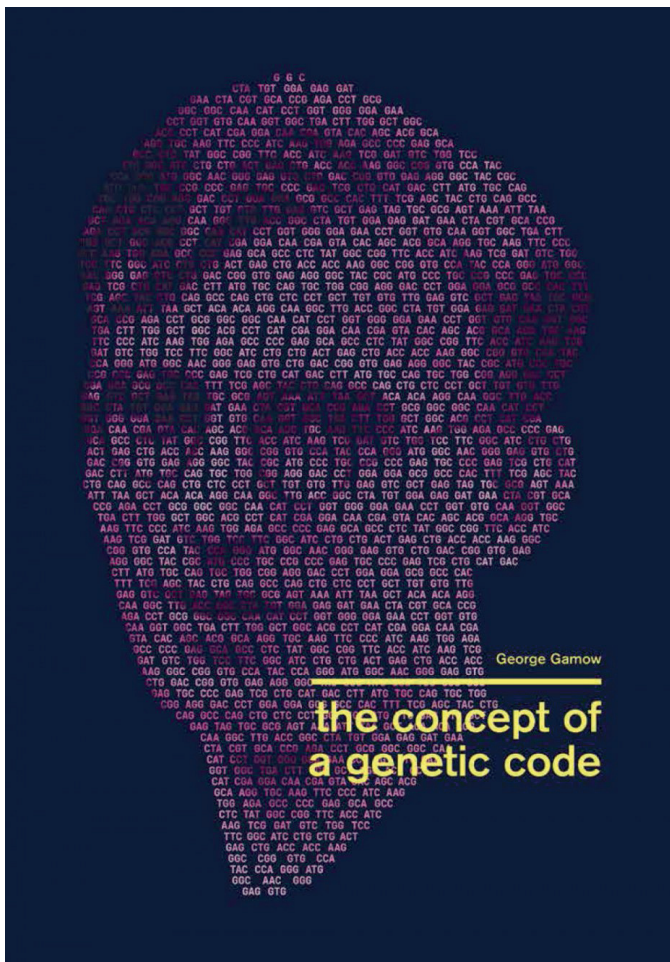


Рис. 1. Портрет Г. А. Гамова, побудований з допомогою запропонованої ним триплетної моделі

Список використаних джерел

1. Амусья М., Перельман М. Три его открытия были достойны нобелевской премии. 2004. URL: http://www.vestnik.com/issues/2004/0303/win/amusya_perelman.htm
2. Френкель В. Я., Чернин А. Д. Георгий Гамов – гигант трех наук: От альфа-распада до Большого взрыва. Москва: URSS, 2014. Вып. 68. 136 с. (Серия: НАУКУ – ВСЕМ! Шедевры научно-популярной литературы (физика)).
3. Моцний Ф. В. Основи математичної статистики: навч. посіб. Київ: ДП “Інформ.-аналіт. агентство”, 2019. 156 с.
4. Моцний Ф. В. Економіка, міжнародна кооперація і великий адронний колайдер: очікування, міфи, реальність // Науковий вісник ДАСОА. 2010. № 2. С. 121–134.
5. Гамов Дж. Моя мировая линия: неформальная автобиография / пер. с англ. Ю. И. Лисневского. Москва: Наука, 1994. 304 с. URL: https://www.studmed.ru/gamov-dzh-moya-mirovaya-liniya-neformalnaya-avtobiografiya_36db68eca28.html
6. Gamow G. Zur Quantentheorie des Atomkernes. Zeitschrift für Physik. 1928. Vol. 51, No. 3–4. P. 204–212.
7. Чернин А. Д. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики // Успехи физических наук. 1994. Т. 164, № 8. С. 889–896.
8. Бета-распад. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radioactivity/ract03.htm>
9. Gamow, G. (1953). Expanding Universe and the Origin of Galaxies. Matematisk-fysiske Meddelelser. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. 27, No 10. P. 1–16. URL: <http://gymarkiv.sdu.dk/MFM/kdvs/mfm%2020-29/mfm-27-10.pdf>
10. Penzias A. A., Wilson R. W. A Measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s. Astrophysical Journal Letters. 1965. Vol. 142. P. 419–421.
11. The Nobel Prize in Physics 1978 – Speed read: Tuning in to Big Bang’s Echo. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1978/speedread/>
12. Смут Дж. Анизотропия реликтового излучения: открытие и научное значение // Успехи физических наук. 2007. Т. 177, № 12. С. 1294–1317.
13. Мазер Дж. От Большого Взрыва до Нобелевской премии и дальше // Успехи физических наук. 2007. Т. 177, № 12. С. 1278–1293.
14. The Nobel Prize in Physics 2006. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2006/summary/>
15. The Nobel Prize in Physics 2013. URL: <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/press-21.pdf>
16. Пиблс Ф. Дж. Э. Структура Вселенной в больших масштабах. Москва: Мир, 1983. 408 с.
17. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? / пер. с англ. А. А. Малиновского. Москва: Римис, 2015. 176 с. URL: <https://scisne.net/a-868>
18. Molecular Basis of Inheritance. Translation. URL: <https://www.toppr.com/guides/biology/the-molecular-basis-of-inheritance/translation/>
19. Заїчко Н. В. Обмін нуклеопротейнів: будова, біологічне значення та метаболізм нуклеотидів: презентація лекції для студентів / ВНМУ імені М. І. Пирогова. Вінниця, 2017. 51 слайд. URL: <https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/2158>
20. Нуклеїнові кислоти. URL: <http://www.znanius.com/4137.html>
21. Уотсон Дж. Двойная спираль. Москва: Мир, 1969. 152 с.
22. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1962. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1962/summary/>
23. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1968. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1968/summary/>
24. 50 винаходів, які Україна подарувала світу. <http://secondfloor.gallery/vystavky/50-vynahodiv-yaki-ukrayina-podaruvava-svitu/>

References

1. Amusia, M., & Perlman, M. (2004). Tri ego otkrytiia byli dostoiny Nobelevskoi premii [Three his discoveries were Nobel Prize level]. *www.vestnik.com*. Retrieved from http://www.vestnik.com/issues/2004/0303/win/amusya_perelman.htm history (in Russian).
2. Frenkel, B. Ya, Chernin, A. D. (2016). *Georgii Gamov – gigant trekh nauk: ot alfa-raspada do Bolshogo vzryva* [George Gamov is giant of three sciences: from alfa-decay to the Big Bang]. Moscow: URSS. Vyp. 68 (in Russian).

3. Motsnyi, F. V. (2019). *Osnovy matematychnoi statystyky [Fundamentals of mathematical statistics]*. Kyiv: DP "Inform.-analit. ahenstvo" (in Ukrainian).
4. Motsnyi, F. V. (2010). Ekonomika, mizhnarodna kooperatsiia i velykyi adronnyi kolaid: ochikuvannia, mify, realnist [Economics, International Cooperation and Great Hadron Collider: expectations, myths and reality]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoi akademii statystyky, obliku ta audytu – Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit*, 2, 121–134 (in Ukrainian).
5. Gamow, G. (1994). *Moia mirovaia liniia: neformalnaia biografiia [My World Line: An Informal Autobiography]*. Moscow: Nauka. Retrieved from https://www.studmed.ru/gamov-dzh-moya-mirovaya-liniya-neformalnaya-avtobiografiya_36db68eca28.html (in Russian).
6. Gamow, G. (1928). Zur Quantentheorie des Atomkernes. *Zeitschrift für Physik*, Vol. 51, 3–4, 204–212 (in German).
7. Chernin, A. D. (1994). Kak Gamow vychislil temperaturu reliktoivogo izlucheniia, ili nemnogo ob iskusstve teoreticheskoi fiziki [How Gamow calculated the cosmic microwave background radiation temperature, or little about the art of theoretical physics]. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk – Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences)*, Vol. 164, 8, 889–895 (in Russian).
8. Beta-raspad [Beta decay]. *nuclphys.sinp.msu.ru*. Retrieved from <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radioactivity/ract03.htm> (in Russian).
9. Gamow, G. Expanding Universe and the Origin of Galaxies. *Matematisk-fysiske Meddelelser. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*. 27, No 10. P. 1–16. Retrieved from <http://gymarkiv.sdu.dk/MFM/kdvs/mfm%2020-29/mfm-27-10.pdf>
10. Penzias, A. A., & Wilson, R. W. (1965). A Measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s. *Astrophysical Journal Letters*, Vol. 142, 419–421 (in English).
11. The Nobel Prize in Physics 1978 – Speed read: Tuning in to Big Bang’s Echo. *www.nobelprize.org*. Retrieved from <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1978/speedread/>
12. Smoot, G. (2007). Anisotropiia reliktoivogo ilucheniia: otkrytie i nauchnoe znachenie [Anisotropy of cosmic microwave background radiation: discovery and scientific importance]. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk – Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences)*, Vol. 177, 12, 1294–1317 (in Russian).
13. Mather, J. (2007). Ot bolshogo vzryva do Nobelevskoi premii i dalshe [From the Big Bang to Nobel Prize and further]. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk – Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences)*, Vol. 177, 12, 1278–1293 (in Russian).
14. The Nobel Prize in Physics 2006. (2006). *www.nobelprize.org*. Retrieved from <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2006/summary/>
15. The Nobel Prize in Physics 2013. (2013). *www.nobelprize.org*. Retrieved from <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/press-21.pdf>
16. Peebles, P. J. E. (1983). *Struktura Vselennoi v bolshich masshtabach [The Structure of Universe in large scale]*. Moscow: Mir (in Russian).
17. Schrödinger, E. (2015). *Chto takoe zhyzn s tochki zreniia fiziki [What is Life from Physical point of view]*. Moscow: Ramis. URL: <https://scisne.net/a-868> (in Russian).
18. Molecular Basis of Inheritance. Translation. *www.toppr.com*. Retrieved from <https://www.toppr.com/guides/biology/the-molecular-basis-of-inheritance/translation/>
19. Zaichko, N. V. Obmin nukleoproteiniv: budova, biologichne znachennia ta metabolism nukleotydiv [Nucleoprotein Exchange: structure, biological importance and nucleotide metabolism]. *dspace.vnmu.edu.ua*. Retrieved from <https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/2158> (in Ukrainian).
20. Nukleinovi kysloty [Nucleic acids]. *www.znanius.com*. Retrieved from <http://www.znanius.com/4137.html> (in Ukrainian).
21. Watson, J. (1969). *Dvoinaia spiral [Double helix]*. Moscow: Mir (in Russian).
22. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1962. *www.nobelprize.org*. Retrieved from <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1962/summary/>
23. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1968. *www.nobelprize.org*. Retrieved from <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1968/summary/>
24. 50 vynahodiv, yaki Ukraina podaruvala svitu [50 Ukrainian Inventions Bestowed by Ukraine to the World]. *secondfloor.gallery*. Retrieved from <http://secondfloor.gallery/vystavky/50-vynahodiv-yaki-ukrayina-podaruvala-svitu/> (in Ukrainian).

F. V. Motsnyi,

DSc in Physics & Mathematics, Professor,

E-mail: motsnyifv@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6377-3188>

Nobel Prize Level Scientific Discoveries of a Heir of Zaporizhian Cossacks

In this work, three fundamental discoveries of the Ukraine-born Prof. George A. Gamow are presented from a single scientific and methodological point of view. Each of them is truly worth of the Nobel Prize – the most prestigious recognition of achievements of a scientist.

We trace the emergence of G. Gamow as one of the most outstanding scientists of the twentieth century – encyclopaedist, theoretical physicist by heart, astrophysicist and biophysicist, talented and brilliant popularizer of science, whose works are readable in one go, as well as the author of unforgettable pranks and jokes.

G. Gamow was a Fellow of the Danish Royal Academy of Sciences, the American Academy of Arts and Sciences, the International Astronomical Union, the American Physical Society, an honorary doctor of countless universities. Although his name is little known in Ukraine, the history of science would be incomplete without him.

From an early age G. Gamow has shown a great interest in scientific research, using a microscope to look for erythrocytes and a telescope to observe the Halley comet. He graduated from the Faculty of Physics and Mathematics of Leningrad State University, where he followed classes of Professor O. Friedman, founder of the evolutionary cosmology. He has undergone training at the University of Goettingen, the center of theoretical physics at the time, worked for Nobel Prize winners Professors E. Rutherford and N. Bohr. At the age of 28, G. Gamow, by the recommendation of academician V. Vernadskyi, became the member of the Academy of Sciences of USSR, the youngest member in the entire history of its existence.

Throughout his life, G. Gamow was interested in the fundamental scientific problems and made numerous world-class discoveries that are written by golden letters in the treasury of the human civilization. He has found explanation to the E. Rutherford's experiments with alpha particles (tunnelling effect); introduced the empirical formula of Geiger – Nettoll, connecting the energy of alpha particles to the half-life of radioactive nuclei. G. Gamow is one of the pioneers of the liquid-drop model of a nucleus, and the application of nuclear physics to the evolution of stars. He proposed a fantastic hypothesis about the early universe, suggesting it being not only super dense but also very hot. He also built the Big Bang theory, which led to the existence of relic radiation (space microwave background) with the characteristic temperature of 5–7 degrees above the absolute zero, detected by methods of radio astronomy. He proposed a triplet model of the genetic code – the alphabet of life with three-letter words, experimentally proven by X-ray structural studies of DNA and empirically established rules of E. Chargaff. These discoveries have greatly contributed not only to the development of the modern science, but to the industrial and economic expansion of humanity.

Key words: *alpha-decay, tunnel effect, Gamow – Teller transitions, Universe, the Big Bang, relict radiation (space microwave background), living material, entropy, triplet model of genetic code, progress of economy, Nobel Prize.*

Бібліографічний опис для цитування:

Моцний Ф. В. Наукові відкриття Нобелівського рангу спадкоємця запорізьких козаків // Статистика України. 2020. № 1. С. 131–138. Doi: 10.31767/su. 1(88)2020.01.15.

Bibliographic description for quoting:

Motsnyi, F. V. (2020). Naukovi vidkryttia Nobelivskoho ranhu spadkoiemtsia zaporizkykh kozakiv [Nobel Prize level scientific discoveries of a Heir of Zaporizhian Cossacks]. *Statystyka Ukrainy – Statistics of Ukraine*, 1, 131–138. Doi: 10.31767/su. 1(88)2020.01.15.