

комітету для вшанування пам'яті українця. Від імени комітету найбільше листувався Ф. Луців з представниками гейвардської влади, і нині частина епістолярію зберігається в товаристві. До числа авторів зібраних товариством друкованих або скопійованих статей входять американці Ен Вейт, Біл Стробел, Ірвін Томпсон, Отіс Веб (спогади), Джон Сандовал, Том Де Кола (студентська робота з історії, Державний коледж Сакраменто, 1959), Сем Пачеко (студентська робота, 1999), Джим Де Мерсман, американські українці Ф. Луців, Ю. Гайдар, Микола Таволга, Мирослав Стечишин (спогади), Г. Г. Скегар (у статті використав також спомини Теклі Данис (Дейніс), Михайло Бурик, дослідники з України Сергій Єкельчик, Роксолана Зорівчак. Слід також відзначити інтерв'ю з активним українським громадським діячем Тамарою Городиською, запис і стенограма якого тепер зберігаються в товаристві.

Бенкрофтська бібліотека — одна з найбільших спеціалізованих бібліотек континенту. У центрі її уваги — історія американського Заходу, саме тому сюди також потрапили й матеріали, пов'язані з життям А. Гончаренка. Тут зберігаються оригінали його кількох листів, звернення до народу Аляски 1868 р. про переваги для американців і алеутів у зв'язку з переходом Аляски зі складу Російської імперії до США, рукописи стосовно діяльності Російсько-американської компанії та стану алеутської справи після переходу Аляски до США 1850—1873 рр. (21 справа, документи російською, англійською і шведською мовами), дайджест листування з лондонською компанією Оппенгайм і К^о

(жовтень 1868 р. — січень 1873 р.), а також матеріали судової справи Томаса Тейлора проти Комерційної компанії Аляски (Thomas Taylor vs. the Alaska Commercial Company, 12th Judicial District, California, N 17097, 1871 р.), в якій А. Гончаренко виступав російсько-англійським перекладачем. Із вторинних джерел відзначимо працю Марії-Луїзи Елдер „Агапій Гончаренко та кириличний друк у Сан-Франциско 1867—1872 рр.“ (Берклі, 1966). Зрештою, тут зберігається і повний комплект „Alaska Herald“ (Сан-Франциско, 1868—1876, 8 т.). Отже, з'явилося зацікавлення збереженням й вивченням спадщиною А. Гончаренка, однак глибших досліджень, в яких би фахівці саме американського походження й виховання проаналізували ширший геополітичний контекст тогочасної Америки і тогочасного суспільства, ще немає.

І все ж сумніваємося, що гейвардські пагорби стали рідними для о. Агапія. Для сучасних каліфорнійців він — постать давнього минулого або ж людина, яка своєю поведінкою і вчинками викликала здивування, засвідчила світові незвичайну біографію. І губиться у тому тихий український голос священика: „Люди, гони-

мі з одної сторони в другу, втікавши на нову землю, брали з собою одягу, кухарство, господарство і звичаї. Літа пройдуть, і мої сусіди — тепер маленькі діти — скажуть кому-небудь, як я баштани розводив, пасіку держав, мед киево-печерський варив і вчив дітей мед пити і Бога хвалити за ту неньку стареньку, що їх научила пити помаленьку“. Незабутній наш співвітчизник!

Тарас ШМИГЕР



Могила Агапія Гончаренка та його дружини Альбіни. Державний заповідник „Україна“. Травень 2011 р.

ПРИСКОРЕНЕ РОЗШИРЕННЯ ВСЕСВІТУ — ВІД ВІДКРИТТЯ ДО СПРОБ ПОЯСНЕННЯ

Моментом зламу у розвитку світової цивілізації стало оволодіння вогнем як джерелом тепла і світла. Прискорення цього розвитку супроводжувалося винаходом та широким застосуванням свічки як джерела світла. Відображенням у малярстві ролі свічки в освіті і науці стали твори видатних Ван Ейка, Ель Греко, Рембрандта, Рубенса, де ля Тура, де вона є символом або ж центральним елементом зображення, а найяскравіше це поєднання відбив голландський художник школи Фермеєра Дау Геррїт своєю картиною „Астроном при світлі свічки“ (1650). Відомо, що вона надихала членів колективу, який нещодавно на VLT („Дуже Великий Телескоп“ у Чилійських Андах) довів існування чорної діри у центрі нашої Галактики.

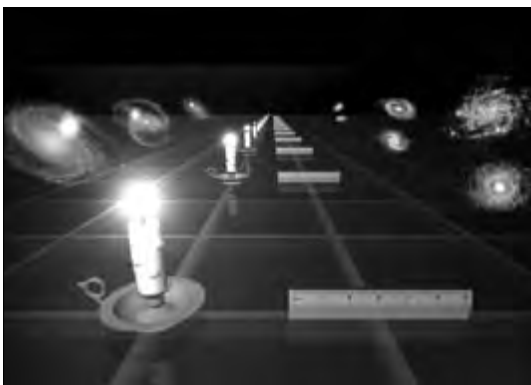
Якщо до недавня, свічка, розсуваючи темряву, була лише допоміжним елементом освітнього і

наукового процесів, то 13 років тому вона, а точніше її образ, названий стандартною космологічною свічкою, стала головним інструментом наукового проєкту The Supernova Cosmology Project в американському міністерстві енергетики під орудою С. Перлматтер. Утім, значно важливіше те, що наслідки виконання проєкту призвели до революційної зміни в наших уявленнях про еволюцію Всесвіту.

Попередня революційна зміна поглядів у космології відбулася у два етапи: спочатку завдяки американському астроному Едвіну Габблу, який, незважаючи на протидію наукових авторитетів, 1925 р. довів, що наша Галактика є лише однією із багатьох, а потім завдяки бельгійському абату і вченому Жоржу Леметру, який, використовуючи спостереження американського астронома Віто

Слейфера, отримав у 1927 р. висновок про розбігання галактик із швидкістю, пропорційною до їх відстані від Землі, — то означає, що Всесвіт розширюється.

Зважаючи на те, що на момент відкриття Леметра визначальною для еволюції Всесвіту силою, як вважалося, була гравітація, яка описується загальною теорією відносності, підтвердженою вже на той момент двома незалежними спостереженнями, то його відкриття стало додатковим аргументом на її користь. Відомо що ще за сім років до того Олександр Фрідман із Петрограда отримав розв'язок рівнянь Айнштейна для однорідного ізотропного простору, згідно із яким Всесвіт не є стаціонарним і мав свій початок у Великому вибусі. Визначена за сучасними спостережувальними даними постійна у законі Леметра-Габбла віддаляє його у минуле на 13,7 млрд. років. Для майбутнього розвитку Всесвіту, згідно із розв'язком Фрідмана, відкриті дві можливості: і в першому, і в другому випадках гравітація викликає сповільнення його розширення, але воно може продовжуватись вічно (відкрита модель) або ж змінитися стисканням (закрита модель). Який із двох сценаріїв реалізується, залежить від того, відповідно до рівнянь Айнштейна із звичайною матерією, що є джерелом тяжіння, від середньої її густини, яка визначає значення постійної Габбла H . Значення постійної за спостереженнями визначалось десятки років, із підвищенням їх точності наприкінці минулого століття з'являлося чимало аргументів на користь відкритої фрідманівської моделі, — тобто розширення Всесвіту повинно сповільнюватися, але тривати-ме вічно. Щоб визначити, як саме сповільнюється розширення, в чому всі автори проєктів упевнені, та уточнити закон Леметра-Габбла і було започатковано ці названі наукові проєкти. Основну наукову ідею проєктів легко зрозуміти за аналогією зі свічками, рівномірно розставленими вздовж дороги. Якщо виберемо стандартні свічки однакової світності, тобто однакової повної потужності випромінювання, то, вимірюючи їх спостережувану світність, яку розуміємо як потужність випромі-



Ил. 1

нювання, що припадає на одиницю площі, і знаючи, що вона зменшується обернено пропорційно до квадрата відстані:

$$W \sim 1/R^2,$$

легко можемо обчислити відстань до кожної свічки.

Космологічними образами однакових за абсолютною світністю свічок завдяки глибоким тео-

ретичним дослідженням 1983 р. таміла за національністю Сабрамантьяна Чандрасекара та американця Вільяма Фавлера стали наднові зорі типу 1-а. Наднові зорі — це така стадія завершальної еволюції зорі, коли вона яскраво вибухає на кілька днів, а потім затухає кілька тижнів чи місяців, виділяючи у цей час енергії більше, ніж її рідна галактика із кількома сотнями мільярдів зір. Завдяки такій світності їх видно і в інших галактиках. Виявляють їх щороку сотнями. Однак серед них лише зорі типу, відомого під назвою 1-а, як пояснили Чандрасекар і Фавлер, можуть бути



Ил. 2. Ж. Леметр (праворуч) і А. Айнштейн

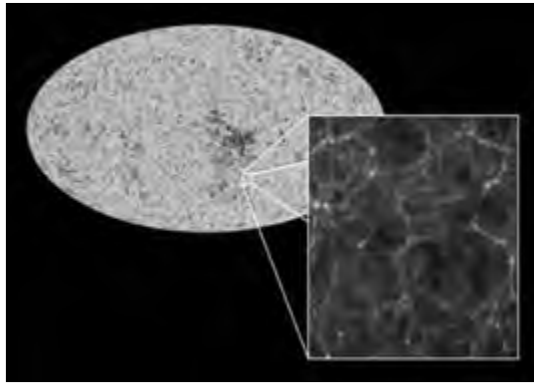
стандартними свічками, бо спалахують вони всі, досягнувши однакової маси, після того зоря, яка витратила на ядерні реакції синтезу весь водень і гелій, почала перетягувати на себе речовину із сусідньої зорі. І коли її маса перевищує чандрасекарівську межу — 1,4 маси Сонця, — тоді вибухоподібно розпочинається вуглецево-кисневий цикл реакцій синтезу, — зоря стає надновою.

Такий тип наднових рідкісний: у типовій галактиці вони трапляються двічі—тричі на тисячу років, і треба скористатися ними, доки вони є у фазі вибуху, бо за кілька тижнів вони вже гаснуть.

Стратегія пошуку полягала у виявленні наднових на наземних телескопах. В обсерваторії в Чилійських Андах раз на три тижні фотографували від 50 до 100000 галактик, суперкомп'ютер знаходив наднові, що з'явилися за той час, після цього з допомогою телескопа на Гаваях і космічного телескопа імені Габбла отримували їх спектр — щоб вибрати наднові саме типу 1-а, опісля за спостережуваною світністю обчислювали відстань і порівнювали із відстанню, отриманою при підстановці в закон Габбла швидкості за червоним зміщенням їх рідних галактик. Порівняння цих відстаней спочатку для 42 об'єктів виявило, що очікуване дослідниками розширення Всесвіту із сповільненням 5 млрд. років тому змінилося розширенням із прискоренням і триває донині.

Повідомлення про прискорене розширення багато авторитетів сприйняло скептично. Однак і самі автори, і інші колективи поступово виключили можливі альтернативні пояснення меншої світності наднових, такі, наприклад, як ослаблення світла більшою, ніж припускалося, кількістю пилу в галактиках чи енергетичну нестандартність наднових. Інший, незалежний метод визначення закону розширення Всесвіту створено у 2005 р., ви-

ходячи із теорії баріонних осциляцій, розвинутої Андрієм Сахаровим у 1965 р. та підтверженої шляхом створення каталогу 46,748 червоних галактик з подальшим порівнянням із картою мікрохвильового космічного тла.



Іл. 3

Іл. 3 (ліва частина) цього отриманого складними довголітніми спостереженнями комбінованого фото заслугоує на особливий, емоційно забарвлений, коментар. Так само, як не може бути фотографії дитини до її народження, принаймні у денному світлі, так не буде вже фотографії Всесвіту у той момент, який би передував часові, у який температура Всесвіту і відповідно його густина відображені на цьому фото. Це час, у який світло почало вільно поширюватись, бо з розширенням Всесвіту і пониженням температури первісної плазми до 3000 К утворились атоми, які вже не зв'язували світло у щось таке, до цього непрозоре, немов би туман. Образно кажучи, це момент відділення світла від тієї, і саме його бачимо ліворуч (фото неба має незвичну форму, бо використано картографічну проєкцію Карла Мольвайде, найбільш придатну для порівняння його різних ділянок). І в цей момент, як видно, розподіл матерії вже був неоднорідним, що пояснюється квантовими флюктуаціями у попередній стадії розширення. Ці малі відхилення від однорідності дали генерувати у матерії, як довів Сахаров, стоячі хвилі характеристичної довжини. Нині їх довжина, за даними Слоанівського каталогу, становить 490 млн. світлових років.

На правій частині Іл. 3 зображено ці стоячі хвилі зі скупчень галактик. Вражає, як квантові закони, притаманні мікросвіту, визначили розподіл усього, на що ми тільки не зможемо поглянути в найбільший телескоп, і саме Сахаров передбачив це. Характерний інтервал між вузлами стоячих хвиль із галактик визначив стандартну лінійку завдовжки 490 млн. світлових років і дав інший спосіб вимірювання зміни відстаней між галактиками з їх віддаленням від нас. Остаточні результати підтвердили висновки цьогорічних нобелівських лавреатів про прискорене розширення Всесвіту.

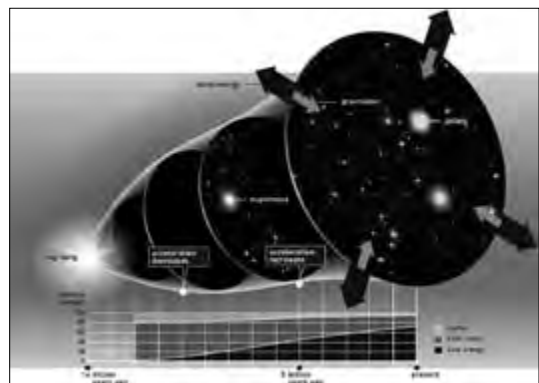
Результати вивчення джерел гамма-спалахів останніми роками, крім того, що підтвердили прискорене розширення, значно розширили його часовий інтервал. Нині встановлено, що еволюція Всесвіту відбувалася таким чином: перші чотири мільярди років він розширювався із прискоренням, опісля 5 млрд. років прискорення сповільнювалося, а після цього (5 млрд. років тому) розпо-

чалася фаза прискореного розширення (див. Іл. 4).

Від моменту виявлення прискореного розширення теоретики отримали великий простір для фантазії, хоч і до того на її брак не скаржились. Відомою є бувальщина про те, як Давид Гільберт, дізнавшись що один з його учнів покинув семінар, бо пішов у літературу, прокоментував це так: „Я завжди підозрював, що у нього замало фантазії для фізики“.

Тут доречно сказати, що серед цих дослідників-теоретиків є і наші колеги. З ініціативи дійсного члена НТШ академіка Ярослава Яцківа та дійсного члена НТШ академіка Анатолія Самойленка Національна академія наук України 2007 р. створила Програму під назвою „Дослідження структури та складу всесвіту, прихованої маси і темної енергії („Космомікрофізика“). У її виконанні беруть участь науковці п'яти міст України, семи інститутів НАН та запрошені вчені чотирьох університетів. Серед них член НТШ Богдан Новосядлий із Львівського національного університету ім. І. Франка і дійсний член НТШ Роман Пляцко з Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України (ІППММ), які отримали дуже вагомні результати під час виконання цієї програми. Зокрема, Богдан Новосядлий разом із Степаном Апуновичем, Юрієм Кулиничем і Ольгою Сергієнко дослідив вплив параметрів космологічних моделей на можливість еволюцію Всесвіту та можливість експериментального визначення цих параметрів; Роман Пляцко із колегами Олександром Стефанишиним і Миколою Феником виявив нові ефекти поведінки обертових часток в околі чорних дір; дослідження дійсного члена НТШ Володимира Пелиха (ІППММ) стосуються поняття енергії гравітаційного поля, яке у ЗТВ є надзвичайно складним; дослідження Богдана Гнатика і Олега Петрука (ІППММ) присвячене вивченню процесів прискорення космічних променів на фронтах ударних хвиль, що утворюються під час вибухів Наднових.

Прискорене розширення Всесвіту не можливо пояснити на основі набутих знань. До моменту його появи 5 млрд. років тому розвиток Всесвіту успішно пояснювався загальною теорією відносності — теорією тяжіння, яка увібрала в себе як частковий випадок ньютонівську теорію тяжіння. Але від



Іл. 4

того моменту поле невідомої субстанції, до того не помітної, почало перемагати силу взаємного притягання усіх відомих видів матерії (На Іл. 4 її дія зображена чорними стрілками). Ця субстанція не бере участі у жодному із чотирьох відомих фізиці

видів взаємодії, окрім гравітаційної, тому природна назва для неї — темна енергія. За спостереженнями, в основу яких покладено кілька різних фізичних явищ, створено діаграму, яка визначає її частку у Всесвіті залежно від часу. Це чорна, нижня частина діаграми на *Іл. 4*. Згідно із нею, густина звичайної матерії у Всесвіті, що розширюється, зменшується швидше, ніж густина темної енергії і, врешті, починає переважати темна енергія; її частка тепер становить 74 відсотки.

Згідно з основним постулатом загальної теорії відносності, гравітаційна взаємодія, тобто те, що ми сприймаємо як силу тяжіння, є проявом викривлення простору-часу під дією енергії, імпульсу і тиску часток і полів, які визначають певний десятикомпонентний агрегат під назвою „тензор енергії-імпульсу T “, що стає у ЗТВ узагальненим джерелом викривлення простору-часу через рівність з іншим десятикомпонентним геометричним агрегатом, відомим під назвою „тензора Айнштайна G “:

$$G = kT.$$

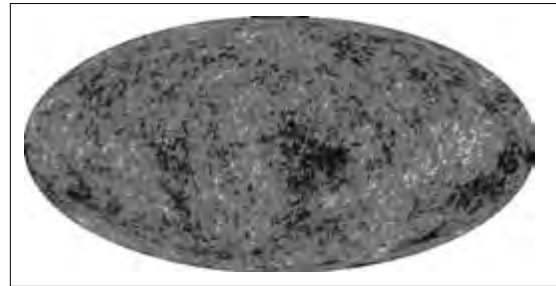
Тому з'являються два альтернативні варіанти пояснення природи темної енергії — консервативний, коли до джерел тяжіння у рамках ЗТВ додається темна енергія, і революційний, коли модифікується сама теорія тяжіння. У той час інтенсивно розробляються обидва варіанти, і щоденно у світі з'являються десятки публікацій на цю тему.

Консервативність першого варіанта теж є відносною, оскільки темна енергія має мати доволі екзотичну властивість: вона повинна створювати від'ємний тиск. Щоправда, матерія із такою властивістю запроваджена не *ad hoc*: можливість існування таких систем уже була теоретично обґрунтована до цього. Фізичною формою існування цієї матерії може бути скалярне поле, однак у його виборі зберігається неоднозначність, пов'язана із довільністю вибору параметра w так званого рівняння стану $P = wp$, яке пов'язує густину енергії поля та його тиск. Він може бути визначений у попередні епохи та у теперішню за майбутніми спостереженнями, однак, складно сподіватись на розв'язання питання про його поведінку у майбутньому. Залежно від його поведінки доля нашого Всесвіту (далі скажемо, що можливі й інші Всесвіти) може бути кардинально відмінною: степеневе або експоненційне збільшення відстані між об'єктами або ж навіть розширення із розпадом усіх зв'язаних структур, включно із найбільш елементарних часток (фантомне поле $w > -1$, Big Rip), або ж перехід до уповільнення розширення і наступного стиску аж до колапсу (Big crunch), коли Всесвіт повернеться до квантової фази свого розвитку, з якої розпочався Великий вибух.

З відкриттям темної енергії квантова фаза розвитку Всесвіту отримала додаткову мотивацію для вивчення. З'являється щораз більше досліджень довивбухової фази його розвитку. Ось, наприклад, на початку цього року вийшла у світ низка повідомлень Вахе Гурзадяна і лорда Роджера Пенроуза про те, що аналіз лівої частини на *Іл. 3* виявляє концентричні кола з пониженими варіаціями температури, що свідчить про циклічну еволюцію нашого Всесвіту відповідно до теорії, яку Пенроуз назвав конформною циклічною космологією. Ці сліди могли залишитись від попередніх життів нашого Всесвіту, коли у ньому зіштовхувалися надмасивні чорні діри.

Інші дослідники бачать на тому ж фото сліди взаємодії з іншими, паралельними Всесвітами, утвореними у момент Великого вибуху.

У руслі другого напрямку розвиваються не менш революційні ідеї, наприклад, такі: наш Всесвіт є багатовимірним, а неспостережувані нами



Іл. 5

виміри скрутилися в кола дуже маленького радіуса. Або ж ми живемо лише на чотиривимірній мембрані у багатовимірному світі, інші виміри нам поки що недоступні у спостереженнях, але вони проявилися у вигляді темної енергії. Ще один напрям — це узагальнення самої теорії тяжіння шляхом ускладнення її рівнянь.

У майбутньому очікується закінчення побудови квантової гравітації, яка зможе витлумачити досі незрозумілі речі. Зокрема, у ній структура нашого Всесвіту може закладатися на етапі колапсу попереднього Всесвіту, який зазнає квантового „відскоку“, уникаючи сингулярності (стиснення до точки).

Стає зрозуміло, якої багатой уяви вимагає створення таких ідей, але покликані вони до життя нововстановленими, як кажуть правознавці, фактами. І це ще не найрадикальніші ідеї. Із наростанням фундаментальності питань наростає фантастичність наукових ідей-відповідей. Питання про те, чому простір є чотиривимірним, чому фізичні константи мають такі значення, що сприяють виникненню зв'язаних структур і, врешті, самого життя є найбільш фундаментальним. Відповідь нобелівського лауреата 1979 р. Стівена Вайнберґа, названа антропним принципом — в іншому Все-



Іл. 6. Колектив розробників телескопа „Webb“ на тлі його макета у натуральну величину

світі не було б кому спостерігати — істотно переглянута наступними роками у теорії вічної інфляції, натхненній ідеями струнної теорії (це одна з теорій елементарних часток), згідно із якою поряд

із нашим Всесвітом відбувалося і відбувається творення безлічи інших, у яких будь-які значення фізичних констант, включно із розмірністю простору, допустимі.

Видається, що прискорюється не лише наш Всесвіт, але і швидкість, з якої робляться нові відкриття, хоч повідомлення про них завжди сприймаються із притаманним науці скепсисом. Торік повідомлено про перевищення швидкості світла нейтрино (нове підтвердження від ширшого колективу дослідників на основі точніших даних опубліковано 17 листопада 2011 р.), про відкриття п'ятої сили, непостійність постійної тонкої структури. Водночас отримано перше, найбільш пряме

з усіх можливих спостереження чорної діри за її акреційним диском (4 листопада 2011 р.). Імовірно, не всі повідомлення будуть підтвержені в інших експериментах, але вже обробляється великий масив даних від європейського супутника „Planck“, на 2014 р. готується запуск телескопа „Webb“, який обертатиметься не навколо Землі, а навколо Сонця по концентричній із земною орбіті на 1 млн. км більшого радіуса, і побачить значно далі, ніж телескоп „Hubble“. Тому більш імовірно, що нас чекають не спростування, а ще фантастичніші відкриття.

Володимир ПЕЛИХ

ПРИЧИНКИ ДО РОЗДУМІВ НАД ВИНИКНЕННЯМ РАКУ

(Погляд на деякі сучасні проблеми
і досягнення у вивченні канцерогенезу)

Англійський фантаст Артур Кларк у своїй книжці „Profiles of the Future“ поставив таке риторичне запитання: що хотів би він, відомий автор наукової фантастики і не менше відомий дослідник, довідатися від інопланетян з вищим від нас рівнем інтелекту, якщо б такий контакт відбувся? Письменник дає таку відповідь: „Я хотів би довідатися, чи простір і час є кінцевими чи безкінечними, чи смерть завжди мусить бути супутником життя, а також я хотів би знати, чи може рак бути переможним“¹.

Упродовж століть хвороба, яка має назву „рак“, „карцинома“, „злоякісна пухлина“, окутана темрявою невідомості, загадковості, песимізму.

У своїй відомій книжці² А. Гнатишак писав, що рак є особливою формою росту тканин, яка відрізняється певною автономією і є реакцією на фактори, що лежать в основі його виникнення. До таких факторів зачисляють хемічні, фізичні і біологічні канцерогени. Хемічних відомо майже 2000. Серед них ароматичні вуглеводні, азотисті сполуки, миш'як, азбест, фенол, усі гербіциди й інсектициди, штучні мінеральні добрива, вінілхлорид, нікель і навіть

деякі лікарські засоби (фенацетин, фенobarбітал, імунодепресанти і протипухлинні хеміопрепарати). Хемічними канцерогенами насичене наше довкілля, вони походять із викидів промислових підприємств, засобів транспорту, а також унаслідок шкідливих звичок, особливо куріння. Як канцерогенні фактори, розглядаються також фізичні канцерогени — ультрафіолетове випромінювання, кос-

мічне випромінювання, інкорпоровані в організм радіонукліди. Ця тема стала особливо актуальною після аварій на АЕС, хоч радіаційний фактор за своїм значенням значно поступається хемічному. У виникненні раку відіграють роль і біологічні фактори, зокрема деякі паразити, грибки і здебільшого віруси. Увагу суспільства заповнив вірус імунодефіциту людини (ВІЛ-НІВ), який має стосунок до виникнення ряду злоякісних пухлин.



Аварія на 4-му блоці Чорнобильської АЕС

Чому такі відмінні фактори (хемічні речовини, променеві чинники, віруси) викликають один патологічний процес, який не схожий на численні хвороби, котрі, згідно зі старогрецьким міфом, підкинуто людству у „скриньці Пандори“? Протягом віків існували численні теорії походження раку,

¹ Shubin B., Gritsman Y. Men Versus. Cancer.— Moskau, 1987.— 392 p.

² Гнатишак А. Общая клиническая онкология.— Львов, 1988.— 239 с.