

# МІЖНАРОДНИЙ РІК АСТРОНОМІЇ 2009

ВІДКРИЙ ДЛЯ СЕБЕ ВСЕСВІТ



UKRAINIAN  
NATIONAL NODE

У 2009 році виповнилося 400 років з часу, як геніальний італійський учений *Галілео Галілей* вперше використав телескоп для дослідження тіл Сонячної системи. Першим із людей подивившись на зоряне небо через телескоп, Галілей побачив деталі рельєфу поверхні Місяця, кільця Сатурна і відкрив великі супутники Юпітера, — тим самим відкривши Всесвіт для людей у всій його величі і красі. На ознаменування цієї світоглядної для людства події Міжнародний астрономічний союз ініціював проведення Міжнародного року астрономії. Це рішення було підтримано ЮНЕСКО, а 20 грудня 2007 року 62-а Генеральна асамблея ООН офіційно прийняла резолюцію про проведення в 2009 році Міжнародного року астрономії (МРА-2009).

Метою Міжнародного року астрономії стали якнайширша популяризація астрономічних досліджень з тим, щоб люди могли по-новому поглянути на себе і своє місце у Всесвіті, як і заохочення, особливо молоді, цікавитися астрономією та наукою в цілому під гаслом “Відкрий для себе Всесвіт”. Святкування МРА-2009 відбувалося на міжнародних, національних і місцевих рівнях у 136 країнах світу.

Серед різноманітних заходів, запропонованих Міжнародним організаційним комітетом МРА-2009, в Україні популярність набули такі проекти як “100 годин народної астрономії”, “Ночі Галілео”, “Програма Галілео для вчителів”, “Космічний щоденник”, “Галілеоскоп”, “Портал у Всесвіт”, “Світова астрономічна спадщина ЮНЕСКО”, “Всесвіт для дітей” та інші. Українська астрономічна асоціація запровадила разом із Європейським астрономічним товариством проект “Онлайн уроків астрономії” за допомогою Інтернет-телескопу ГАО НАН України для школярів м. Києва.

Сподіваємося, що фоторепортаж, який ми пропонуємо вам на сторінках “Світогляду”, яскраво розкриє події святкування Міжнародного року астрономії (МРА-2009) в різних містах України, обсерваторіях і планетаріях Одеси, Львова і Миколаєва, Дніпропетровська і Харкова, в Києві і в Криму, Полтаві, Херсоні, Ужгороді і Чернігові, Вінниці і Донецьку.

*Ірина Вавилова*

*Голова Національного комітету  
з проведення МРА-2009 в Україні*

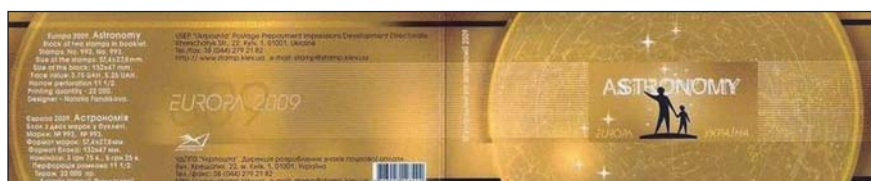


## 17 квітня 2009 р. “Марка України”

в рамках проекту “Марки Європи” здійснила випуск двох марок, блоку із 10 марок та буклету, присвячених МРА-2009. Головною композицією блоку є дві марки. На одній із них розміщено портрет Г. Галілея (15.02.1564, Піза — 8.01.1642, Арчетрі, бл. Флоренції), геніального італійського фізика, механіка, астронома, математика і філософа; один із його телескопів та намальовану ним орбітальну схему розташування планет Сонячної системи. На другій марці на фоні карти зоряного неба зображено меридіанне коло Репсольда — один із основних астрономічних інструментів XIX ст., що зберіглися в університетських обсерваторіях Києва, Миколаєва, Одеси. Меридіанне коло і сьогодні використовується для навчальної і експериментальної роботи, як і залишається одним із найточніших кутовимірних інструментів у світі.

Композицію блоку марок підкреслює зображення рухомої карти зоряного неба, на якій також розміщено Сатурн з його потужною системою кілець та девіз МРА-2009 українською і англійською мовами. Буклет, виконаний у золотистих тонах, відтворить логотип МРА-2009: взявшись за руки, доросла людина і малеча йдуть

*“Відкривати для себе Всесвіт”.*





### ЦЕРЕМОНІЯ ВІДКРИТТЯ Міжнародного року астрономії в Україні

[1] **Миколаїв, 22.01.2009 р.**  
Миколаївська астрономічна обсерваторія  
Доповідає директор, – Г.І. Пінігін.

[2] **Київ, 22.03.2009 р.** ГАО НАН України  
Доповідає д.ф.-м.н. Л.С. Пілюгін.

[5] Директор, академік Я.С. Яцків, про-  
водить церемонію посвяти в астрономи.

[3] **Львів, 11.01.2009 р.** Співробітники  
Астрономічної обсерваторії Львівського  
національного університету ім. І. Франка  
на чолі з директором, Б.С. Новосядлим,  
під час церемонії.

[6] **Київ, 17.02.2009 р.** Астрономічна  
обсерваторія Київського національного  
університету ім. Т. Шевченка. Церемонію  
ведуть директор, В.М. Єфіменко, і член-  
кор. НАН України К.І. Чурюмов.

У Миколаївській обсерваторії і обсерва-  
торії Київського національного універси-  
тету ім. Т. Шевченка було відкрито  
пам'ятні знаки на честь Миколаївського  
[4] і Київського меридіанів [7].



8



9

**[9] Кратер Брауде на Місяці. Париж, штаб-квартира МАС. 17 квітня 2009 р.**

Міжнародний астрономічний союз присвоїв ім'я видатного українського вченого С.Я. Брауде (1911-2003) кратеру на південному полюсі Місяця. Координати кратера — 81.8S, 157.8E (на фотографії — більший за розмірами).

**[8] Харків.**

Директор Радіоастрономічного інституту НАН України, академік Л.М. Литвиненко і заступник директора, академік О.О. Коноваленко, в гостях у дружини С.Я. Брауде, Надії Михайлівни.



10



12



11



13

**[10, 11] За наказом МОН України у всіх школах України були проведені уроки, присвячені Міжнародному року астрономії. Планетарії України підготували експозиції, присвячені Міжнародному року астрономії (на фотографіях [12, 13] — в Дніпропетровському планетарії)**



14



15



16



17

**Програма ЮНЕСКО зі збереження астрономічної спадщини світу**

У 2008-2009 у рамках цієї програми стартував проект МАС-ЮНЕСКО зі створення бази даних важливих астрономічних місць світу. В Україні Миколаївська астрономічна обсерваторія [14], заснована в 1821 р., астрономічні обсерваторії Київського [15] і Одеського [16] університетів, створені, відповідно, у 1845 і 1871 роках, увійшли до попереднього списку як об'єкти "Астрономії від епохи Ренесансу до сер. ХХ століття", а Кримська астрофізична обсерваторія [17], заснована в 1945 р. як об'єкт "Сучасної астрономії".  
Керівник проекту від України — проф. Пінігін Г.І.

**Ювілейні монети, присвячені Міжнародному року астрономії**

[18] 15 червня 2009. Національний банк України здійснив випуск спеціальної монети, присвяченої МРА-2009. Монета номіналом 100 грн. і вагою 1 кг виготовлена зі срібла. Головні елементи, зображені на монеті: портрет Г. Галілея; мініатюра стародавнього астронома; два великих телескопа України — радіотелескоп РТ-70 (НЦВКЗ, м. Євпаторія) і 2.6-м телескоп ім. Г.А. Шайна (КрАО, с. Науковий); схема розташування планет у Сонячній системі, де Земля представлена топазом (0.2 карат); небесні тіла; армілярна сфера.

[19] 14 жовтня 2009. Національний банк України здійснив випуск другої спеціальної монети, присвяченої МРА-2009. Монета номіналом 5 грн. і вагою 16.5 г виготовлена з нейзильбера.

Головні елементи: на аверсі розміщено композицію, що символізує космос — муза астрономії Уранія, на фоні зір — елемент схеми руху планет Сонячної системи; на реверсі розміщено портрет відомого астронома середньовіччя — Юрія Дрогобича (Катермака) (1450, м. Дрогобич -1494, м. Краків), який у 1474-1486 рр. працював у Болонському університеті (у 1481-1482 ректором), у 1487-1494 рр. — професором Ягелонського університету в м. Краків, серед його учнів був Н. Коперник



19



18



## Конкурс дитячого малюнка переможці



“Чорна діра”  
Надія Волохова,  
м. Київ, 2-е місце



“Сонце та чорна діра”  
Настя Майстренко,  
м. Київ, 3-є місце



“Космос”  
Саша Чупак,  
9 років



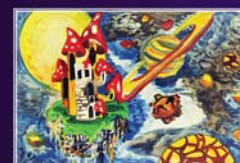
“Зустріч планет-подруг”  
Дана Задерей,  
м. Львів, 1-е місце



“Сузір'я Скорпіона”  
Ольга Шербак,  
сmt. Високе,  
2-е місце



“Народження Всесвіту”  
Зоя Диркач, м. Ізмаїл,  
1-е місце



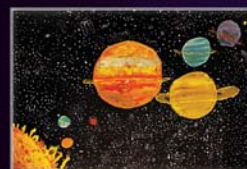
“Мій острівець щастя”  
Олександра  
Шаловінська,  
м. Вінниця, 3-є місце



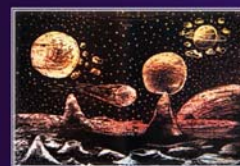
“Сонячна система”  
Катя Погребняк,  
7 років



“Друзі з планети Матамурій”  
Настя Стрельникова,  
м. Сімферополь, 2-е місце



“Сонячна система”  
Настя Пасько,  
м. Вишневе,  
1-е місце



“Марс”, Юліана Бражко,  
м. Львів, 3-є місце

“Космос”  
Оксана Васьковська, 7 років.

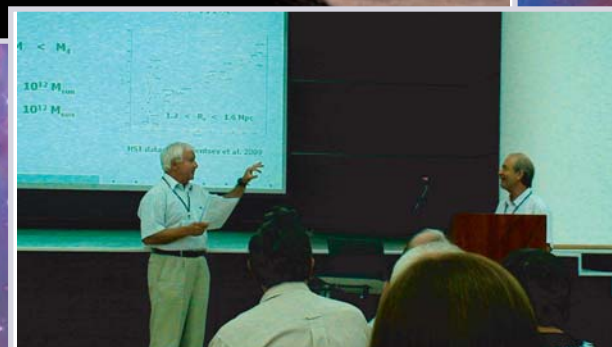
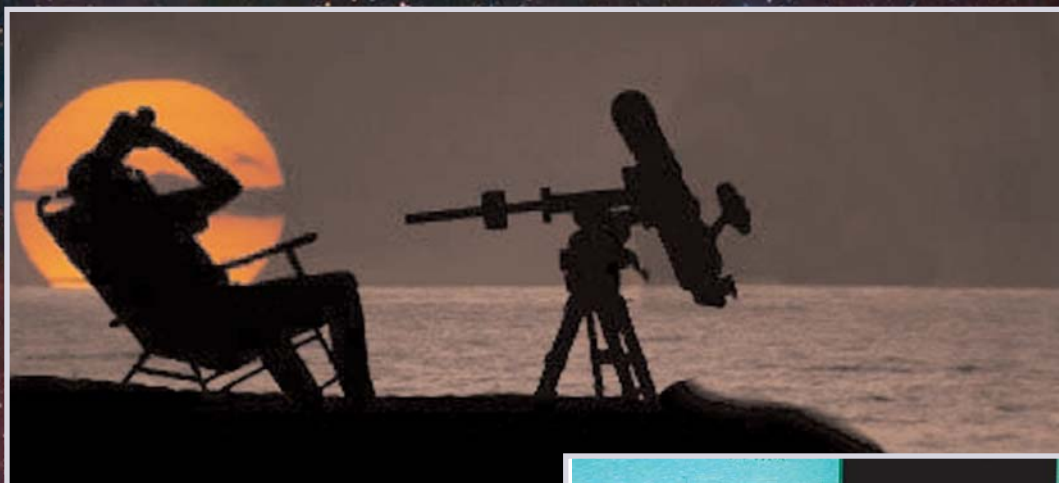


### Конкурс дитячого малюнка “Космос: очима дітей”, присвячений МРА-2009

У лютому-травні 2009 р. Київський планетарій товариства “Знання” провів Всеукраїнський конкурс дитячого малюнка, присвячений астрономії ([www.planet.org.ua](http://www.planet.org.ua)).

Перше місце серед учасників віком 4-6 років зайняла *Задерей Дана* зі Львова за роботу „Зустріч планет-подруг”.  
Серед учасників віком 7-9 років 1-е місце посіла робота “Сонячна система” *Анастасії Пасько* з м. Вишневе.  
Серед учасників віком 10-14 років 1-е місце зайняла картина *Зої Диркач* „Народження Всесвіту”





**Проекти МРА-2009 “100 годин астрономії” і “Ночі Галілео” — у заходах брали участь понад 80 тисяч людей. За участі УАА пройшли міжнародні конференції, зокрема “Кірхгоф-150” в Кримській астрофізичній обсерваторії, присвячена 150-річчю з часу відкриття спектрального аналізу Г. Кірхгофом і В. Бунзенем, та традиційна Гамовська конференція в Одесі**



18 листопада на честь Міжнародного року астрономії відбулася спеціальна сесія одночасної участі у спостереженнях 35 радіотелескопів світу. Україна була представлена 22-метровим радіотелескопом RT-22 Кримської астрофізичної обсерваторії, позначеним на карті як Sm - станція "Симеїз". Ця сесія спостереження стала безпрецедентною спробою отримання єдиних даних із визначення джерел, які утворюють Міжнародну опорну систему координат, і надала можливість продемонструвати громадськості перебіг самого процесу спостережень (керівник проекту від України — *О.Є. Вольвач*)



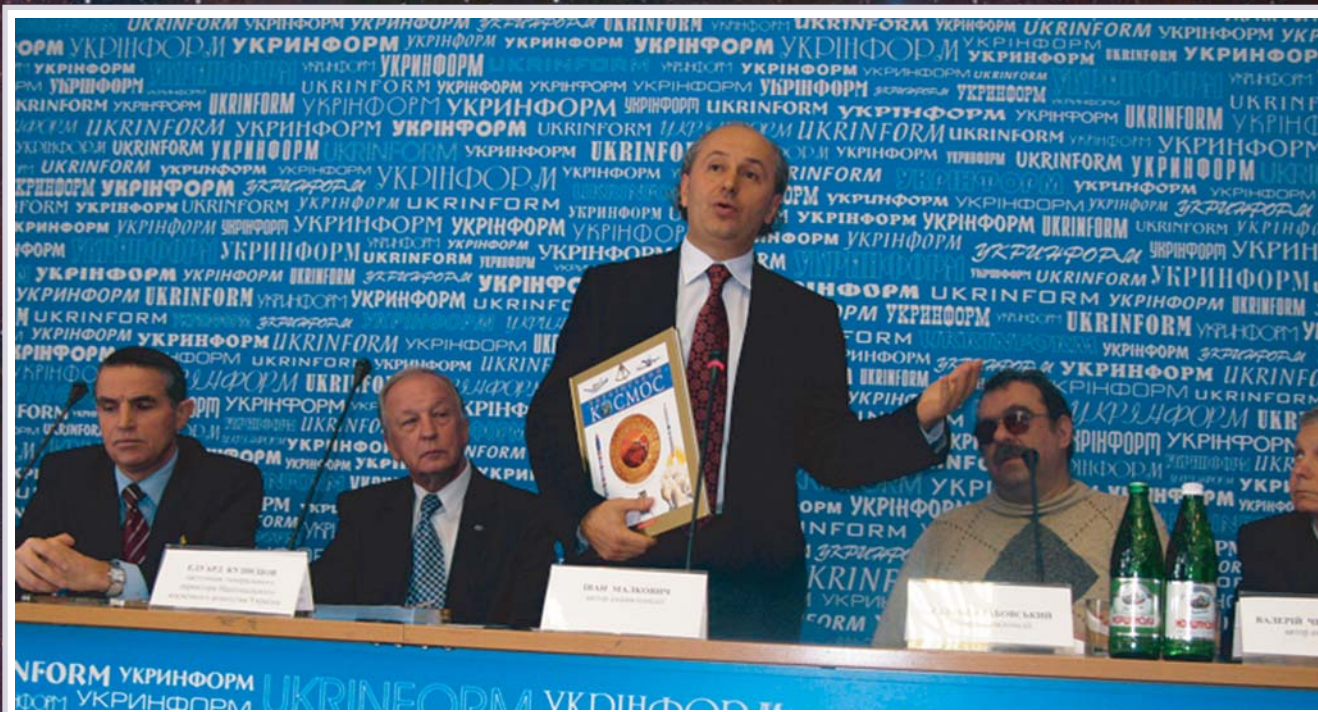
"The first Ukrainian Internet-telescope as a Window for Advertising the Astronomy among the pupils of Kyiv region"

# UAA-EAS:Project

Look for sky above your country and country of your friends!

Спільно з Європейським астрономічним товариством Українська астрономічна асоціація здійснила проєкт "Он-лайн уроки з астрономії" для шкіл м. Києва. Уроки і спостереження проводилися за допомогою Київського Інтернет-телескопа ГАО НАН України





Видавництво І. Малковича “А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА” підготувало до МРА-2009 енциклопедію “Дитячий космос”, а МОН України разом із Київським університетом ім. Б. Грінченка і Національним педагогічним університетом ім. М.П. Драгоманова провели Всеукраїнський астрономічний педагогічний фестиваль

2 березня 2010 р.  
Всеукраїнський астрономічний педагогічний фестиваль



# РЕЛІКТОВЕ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

## від гіпотези Гамова до космічного телескопа “Планк”

**2010**-й рік обіцяє людству сенсаційні відкриття у фундаментальних галузях знань — фізиці мікросвіту та космології.

Справді, у листопаді 2009-го розпочав роботу найскладніший і найдорожчий прилад на Землі — *Великий адронний колайдер*. Можливо, уже навесні 2010 буде експериментально підтверджено існування *бозонів Гігса*, відкрито *частинки темної матерії*, або ще щось, про що ми й не здогадуємося. Восени того ж року розпочав роботу ще один унікальний прилад — *космічний телескоп Планк*. Правда, це відбулося без такого громадського резонансу, як це було із запуском Великого адронного колайдера, хоч його вартість і значення для науки не менші. З відстані у 1.5 млн. км він передаватиме на Землю дані вимірювань температури і поляризації *реліктового випромінювання*, яке надходить з кожної ділянки неба. Наскільки важливе значення для фундаментальної науки має вивчення цього випромінювання свідчить хоча би той факт, що за його дослідження уже двічі присуджувалась Нобелівська премія — у 1978 і 2006 роках. Іншим свідченням може бути число незалежних експериментів — понад 50 за останніх 25 років — наземних, стратосферних, косміч-

них. Ще одним — число публікацій в наукових журналах. Про важливість цієї галузі досліджень, сучасний стан і перспективи хочеться розказати читачам “Світогляду”, оскільки ця галузь знань значною мірою визначає наше розуміння будови та походження Всесвіту, наукову картину світу, а, отже, наш світогляд.

### Гіпотеза Гамова

Вперше ідея існування реліктового випромінювання була висунута у 1946 році *Георгієм Гамовим* (рис. 1), уродженцем Одеси, який переїхав до США за дванадцять років до того. Він вважав, що на ранніх стадіях розширення Всесвіт був гарячим, а наслідком такої фази повинно бути залишкове теплове випромінювання. Разом зі своїми учнями *Р. Алфером* і *Р. Германом* він використав цю гіпотезу у 1948 р. для пояснення синтезу всіх елементів таблиці Менделєєва та їх ізотопів на самому початку розширення (див. додаток “Розширення Всесвіту”), коли густина і температура були достатньо високими для протікання реакцій синтезу важких елементів із легших приєднанням вільних нейтронів та протонів. Із плином часу теплове випромінювання охолодилося внаслідок розширення Всесвіту так,



**Богдан Новосядлий**  
доктор фіз.-мат. наук,  
директор  
Астрономічної обсерваторії  
Львівського національного  
університету  
імені Івана Франка,  
м. Львів

що його сучасна температура за їх оцінками становила 5-6 К. Ці ідеї заклали основу гарячої моделі Всесвіту. Згідно з сучасними уявленнями, в ранню епоху — перші три хвилини після Великого Вибуху — синтезувались тільки легкі елементи: водень, гелій, літій та їх ізотопи. Всі інші елементи синтезувались значно пізніше, в надрах зір та в спалахах наднових зір.

Гамов, однак, не вірив у можливість експериментального підтвердження висунутої ним гіпотези про існування теплового реліктового випромінювання. Він вважав, що енергетичний розподіл сумарного випромінювання зір, міжзоряного газу та пилу є таким самим, а інтенсивність більша, тому виділити на цьому фоні реліктове випромінювання практично неможливо. Очевидно, саме тому майже 15 років ніхто із астрономів-спостерігачів не зробив спроби виявити це випромінювання експериментально.

І лише у 1964 р. в журналі “Доклади Академії наук СРСР” з'явилася стаття “Средняя плотность излучения в метагалактике и некоторые вопросы релятивистской космологии”, в якій зроблено детальний аналіз співвідношень інтенсивностей випромінювання галактик і реліктового випроміню-

вання Кроуфорд Гіл. Автори статті — *Андрій Дорошкевич* та *Геор Новіков*, науковці-початківці тоді, всесвітньо відомі вчені тепер. Незалежно до такого ж висновку прийшли британські астрофізики *Ф. Гойл* та *Р. Тейлер*, стаття яких вийшла того ж року у вересневому номері “Nature”. На початку 1965 р. група астрофізиків із Принстона (США) — *Р. Дікке*, *П. Дж.Е. Піблс*, *П. Ролл* та *Д. Вілкінсон* — розпочала створення антени для пошуку реліктового випромінювання. Вони перші підійшли до постановки цілеспрямованого експерименту з реєстрації реліктового випромінювання, але, за іронією долі, не вони стали його першовідкривачами.

### Відкриття реліктового випромінювання. Перша Нобелівська премія

Радіофізики *Роберт Вілкінсон* та *Арно Пензіас* (рис. 2), які працювали в лабораторії компанії “Белл” в Кроуфорд Гіл (США), у 1964 році готували найчутливіший на той час радіотелескоп для вивчення Галактики на довжині хвилі  $\sim 21$  см. Для точних вимірювань галактичного радіовипромінювання необхідно було вивчити всі

довжині хвилі, на своє здивування навесні 1964 року вони виявили сигнал, рівень якого не залежав ні від напрямку на небі, ні від сезону, коли проводились спостереження. Вони ще раз перевірили всю приймальну апаратуру, демонтували і почистили антену, але сигнал був незмінним. І лише тоді, коли переконалися, що це не шуми антени і приймальної апаратури, звернулися до принстонської групи за допомогою в інтерпретації цього сигналу.

*Дікке* з колегами відразу зрозуміли, що *Пензіас* і *Вільсон* зареєстрували теплове випромінювання раннього Всесвіту, а їм залишилось підтвердити це відкриття своїм телескопом. Обидві групи вирішили опублікувати в *Astrophysical Journal* два короткі повідомлення: одне про результати вимірів, друге — їхню інтерпретацію в світлі гіпотези Гамова. Обидві статті вийшли в одному номері влітку 1965 р. Повідомлення *Пензіаса* і *Вільсона* називалось “Вимірювання надлишкової температури антени на 4080 Мгц” і зайняло всього 1.5 сторінки. В ній автори описали лише результати вимірювань шумів, вказали надлишкову температуру  $3.5 \pm 1$  К, а за інтерпретацією відіслали до супутньої стат-



Рис. 1. Георгій (Джордж) Гамов (1904-1968) — першим запропонував модель гарячого Всесвіту та передбачив існування реліктового випромінювання

вання, та показано, що його можна зареєструвати на довжинах хвиль від кількох сантиметрів до кількох міліметрів, де вклад від випромінювання галактик мінімальний. В ній також було вказано на якому із діючих у світі інструментів можна зареєструвати це випромінювання — на двадцятифуттовому рефлекторі лабораторії “Белл” в

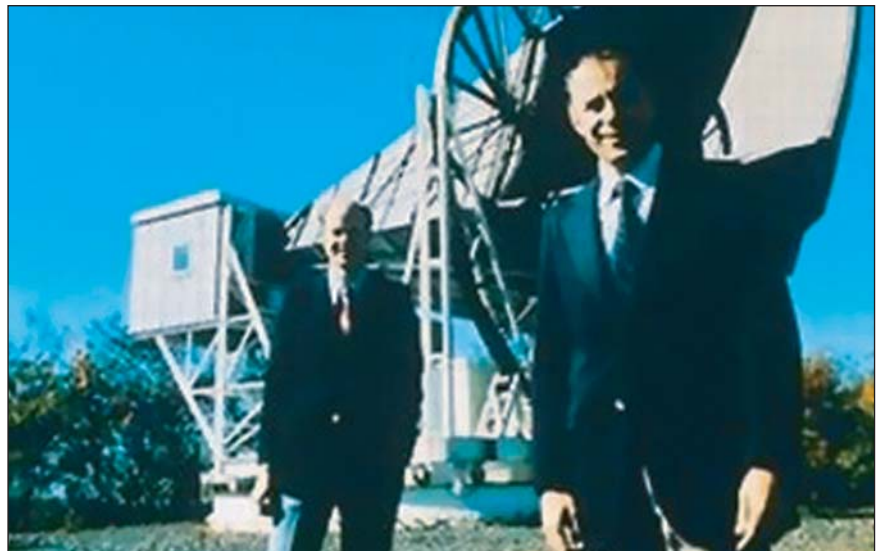


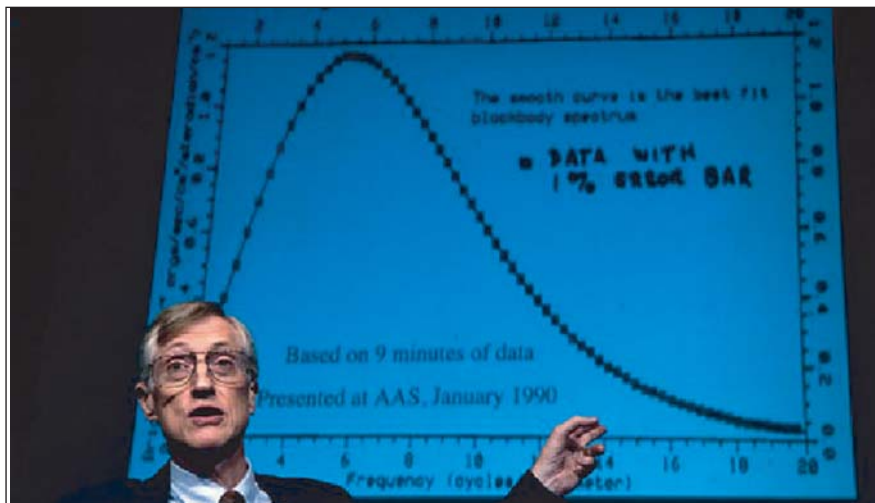
Рис. 2. Роберт Вільсон (зліва) і Арно Пензіас (справа), Великобританія. Нобелівські лауреати з фізики за 1978 рік “за відкриття реліктового електромагнітного випромінювання” (позаду них — мікрохвильовий приймач радіотелескопа)

джерела завад та шумів — наземні, атмосферні, апаратурні. Для цього вони переналаштували приймач на довжину хвилі 7,35 см, на якій галактичне випромінювання практично відсутнє.

Усунувши всі можливі шуми в приймачі та електричних колах, вичленивши свічення атмосфери на цій

ті *Р. Дікке*, *П. Дж.Е. Піблса*, *П. Ролла* і *Д. Вілкінсона* “Космічне теплове випромінювання” (5 стор.).

Так скромно і буденно було зроблено повідомлення про фундаментальне відкриття, автори якого, *Арно Пензіас* і *Роберт Вільсон*, у 1978 році отримали Нобелівську премію.



### Фізична природа та властивості реліктового випромінювання. Друга Нобелівська премія

В наступних експериментах було підтверджено існування електромагнітного випромінювання, яке надходить на Землю зі всіх ділянок неба практично з однаковою інтенсивністю. Важливою задачею стало вивчення його енергетичного розподілу, тобто залежності інтенсивності від довжини хвилі. Проведені уже в наступні роки виміри показали, що така залежність добре описується функцією Планка розподілу інтенсивності абсолютно чорного тіла з температурою близько трьох градусів Кельвіна ( $-270^{\circ}\text{C}$ ). *Холодний Всесвіт? Тепер так, але гарячий в минулому.* Річ у тому, що Всесвіт, який розширюється, поступово охолоджується. Коли Всесвіту було 400 тисяч років, температура цього випромінювання становила 3000 градусів Кельвіна. Ще менший вік — ще більша температура. *Атоми, які складаються з електронів, що обертаються довкола ядер, існують в таких умовах не могли.* Енергія фотонів випромінювання була така велика, що вони легко “позбавали” електрони з їхніх орбіт в атомах, утворивши плазму з ядер атомів та вільних електронів. Фотони розсіювались на них як світло в тумані, тому середовище було непрозоре для випромінювання. *Таку плазму називають баріонно-фотонною* (баріонами називають протони та нейтрони, з яких складаються ядра атомів). Якщо повернутися до ще ранішої епохи — першої секунди після Великого Вибуху, то температура тоді становила уже десять мільярдів градусів Кельвіна. В таких умовах вже навіть ядра елементів існувати не могли. Фотони руйнували і їх. Проте умови в наступні три хвилини були придатними для

синтезу легких елементів — водню, гелію, літію та їх ізотопів. *Цей етап життя Всесвіту — перші три хвилини — називають епохою нуклеосинтезу.* Зі спостережуваного співвідношення концентрацій гелію та дейтерію до водню в міжгалактичному середовищі можна отримати значення середньої густини баріонної речовини: виявилось, що вона становить всього  $\sim 5\%$  від повної середньої густини Всесвіту. У ще ранішу епоху, скажімо, одну мільярдну частку секунди, фотони мали таку енергію, що руйнували протони і нейтрони (нуклони), розкладаючи їх на кварки та глюони. Так, *в одному з експериментів на Великому адронному колайдері планують вперше дослідити матерію у формі кварк-глюонної плазми.* Можливо уже цього року буде оголошено про його результати. Отже, виявлене *фонове електромагнітне випромінювання таке вказує на існування гарячої ранньої фази еволюції Всесвіту.*

Для кількісного опису ранніх стадій еволюції Всесвіту важливо було встановити точне значення температури та можливі відхилення від планківського розподілу в окремих ділянках спектра по всьому небу. З цієї метою було проведено понад 50 експериментів. *Найбільш повно і точно ця задача була розв'язана за допомогою спеціально створеного для таких досліджень спектрометра мікрохвильового і далекого інфрачервоного діапазону для абсолютних вимірювань спектра реліктового випромінювання, який був поміщений на космічній обсерваторії COBE (COsmic Background Explorer), створеній НАСА і виведеній на геліосинхронну орбіту 18 листопада 1989 року.* Було доведено, що *спектр реліктового випромінювання є планківським у широкому діапазоні довжин хвиль (0.05–10 см) та однаковим по всьому небу. З великою точністю виміряно його температуру  $T=2.725\pm 0.002\text{ K}$ .*

**Рис. 3. Джон Мазер (1946 р.н.), науковий керівник проекту з абсолютних вимірювань спектра реліктового випромінювання COBE FIRAS, лауреат Нобелівської премії з фізики за 2006 р.**

Задача була надзвичайно складною: такі вимірювання можна було провести тільки при температурі не вищій  $1.5\text{ K}$  та врахувати велике число джерел переднього фону, які є завдаками для таких вимірів. Значущість результатів цих досліджень для космології підтверджена присудженням Нобелівської премії з фізики за 2006 рік *Джону Мазеру*, автору ідеї та керівнику проекту (рис. 3).

Максимум інтенсивності випромінювання при такій температурі є на довжині хвилі  $1.1\text{ мм}$ . Його густина енергії становить  $4\cdot 10^{-13}\text{ ерг/см}^3$  (400 фотонів в одному кубічному сантиметрі). *В середньому на кожен елементарну частинку у Всесвіті припадає мільярд квантів реліктового випромінювання.* Це природний космічний мікрохвильовий фон.

Порівняємо густину енергії цього випромінювання з густиною випромінювання мобільного телефону, робоча частота приймання-передачі сигналів якого відповідає мікрохвильовому діапазону довжин хвиль. Мінімальна потужність випромінювання мобільних телефонів під час розмови становить  $0.15\text{ Вт}$ . На відстані  $1\text{ см}$  від антени густина енергії цього випромінювання становить  $4\cdot 10^{-6}\text{ ерг/см}^3$ , що у десять мільйонів разів перевищує космічний мікрохвильовий фон. Лише на відстані  $30\text{ м}$  від мобільного телефону густина енергії його випромінювання така сама, як реліктового випромінювання.

**Чому ж таким важливим для науки є відкриття реліктового випромінювання та дослідження його фізичних властивостей?**

По-перше, це відкриття стало остаточним підтвердженням нестационарної моделі Всесвіту, теоретично передбаченої Фрідманом та експериментально підтвердженої Габблом (див. вставку).

У стаціонарному Всесвіті таке випромінювання з планківським спектром не згенерується, оскільки відсутні фізичні механізми для цього. По-друге, відсутність помітних спотворень планківського спектра вказує на те, що після одного місяця з початку розширення Всесвіту ніяких помітних виділень енергії нетеплового характеру (розпад частинок, випаровування

первинних чорних дір, акреція та ін.) не було. Тобто, спектр реліктового випромінювання справді сформувався у ранню епоху, коли вік Всесвіту не перевищував 1 місяця. По-третє, на ранніх стадіях свого розширення він був гарячим і проходив послідовні стадії синтезу баріонної речовини з кварк-глюонної плазми, синтезу ядер легких елементів, баріонно-фотонної плазми, космологічної рекомбінації, епохи атомів, епохи формування перших зір та галактик. По-четверте, висока ізотропія і однорідність реліктового випромінювання у масштабах, що значно перевищують розміри причинно-зв'язаних ділянок (див. вставку "Проблема горизонту"), вказує на існування ще однієї важливої стадії розширення Всесвіту — інфляції. По-п'яте, отримане точне значення температури реліктового випромінювання дало можливість узгодити теоретичні моделі ранніх стадій еволюції Всесвіту із великим числом фізичних характеристик Всесвіту, визначених на основі даних радіо-, оптичних та рентгенівських спостережень. Показана на рис. 4 схема еволюції Всесвіту вималювана на основі аналізу фізичних процесів, пов'язаних із взаємодією теплового випромінювання з речовиною у Всесвіті, що розширюється. І це ще далеко не повна інформація про Всесвіт, отримувана з дослідження реліктового випромінювання. Не менш важливе значення для науки має вивчення його ледь помітної анізотропії — залежності температури і поляризації реліктового випромінювання від напрямку на небі.

### Анізотропія реліктового випромінювання. Друга Нобелівська премія

Теоретичні розрахунки, підтвержені спостережуваними даними, свідчать, що реліктове випромінювання надходить на Землю, розсіявшись останній раз на вільних електронах, коли ще не було ні зір, ні галактик, ні їх скупчень. Воно почало вільно поширюватися, коли відбувся перехід атомів водню від іонізованого стану до нейтрального внаслідок розширення і охолодження. Цей період в історії Всесвіту називають космологічною рекомбінацією. Вона відбувалась одночасно у всьому Всесвіті, коли його вік

становив  $t_r=380$  тис. років (відраховується від моменту Великого Вибуху). Тривалість рекомбінації  $\sim 50$  тис. років. З того часу теплове випромінювання вільно поширюється так, що в кожний момент часу  $t > t_r$  воно надходить у кожен точку із усіх напрямків з відстані  $\sim 3c(t - t_r)$ . Тут  $c$  — швидкість світла (300 000 км/с), а коефіцієнт 3 з'явився внаслідок того, що за час поширення  $(t-t_r)$  відстань до точки останнього розсіювання зростає майже в 3 рази через розширення Всесвіту. Таким чином, у сучасну епоху, коли вік Всесвіту становить  $t_H = 13.7$  млрд. років, реліктове випромінювання надходить зі сферичного шару довкола нас,

товщина якого значно менша за відстань до нього. Його називають сферою останнього розсіювання реліктового випромінювання (показана на рис.4).

Виявлена висока ізотропія реліктового випромінювання вказує на високу однорідність речовини на сфері останнього розсіювання. Але в сучасну епоху ми спостерігаємо цілком протилежну картину — речовина зібрана в зорях, галактиках, скупченнях галактик. Вони сформувались і існують завдяки гравітації — силі притягання між тілами, яка пропорційна до бутку мас тіл і обернено пропорційна квадрату відстані між ними. Така ж

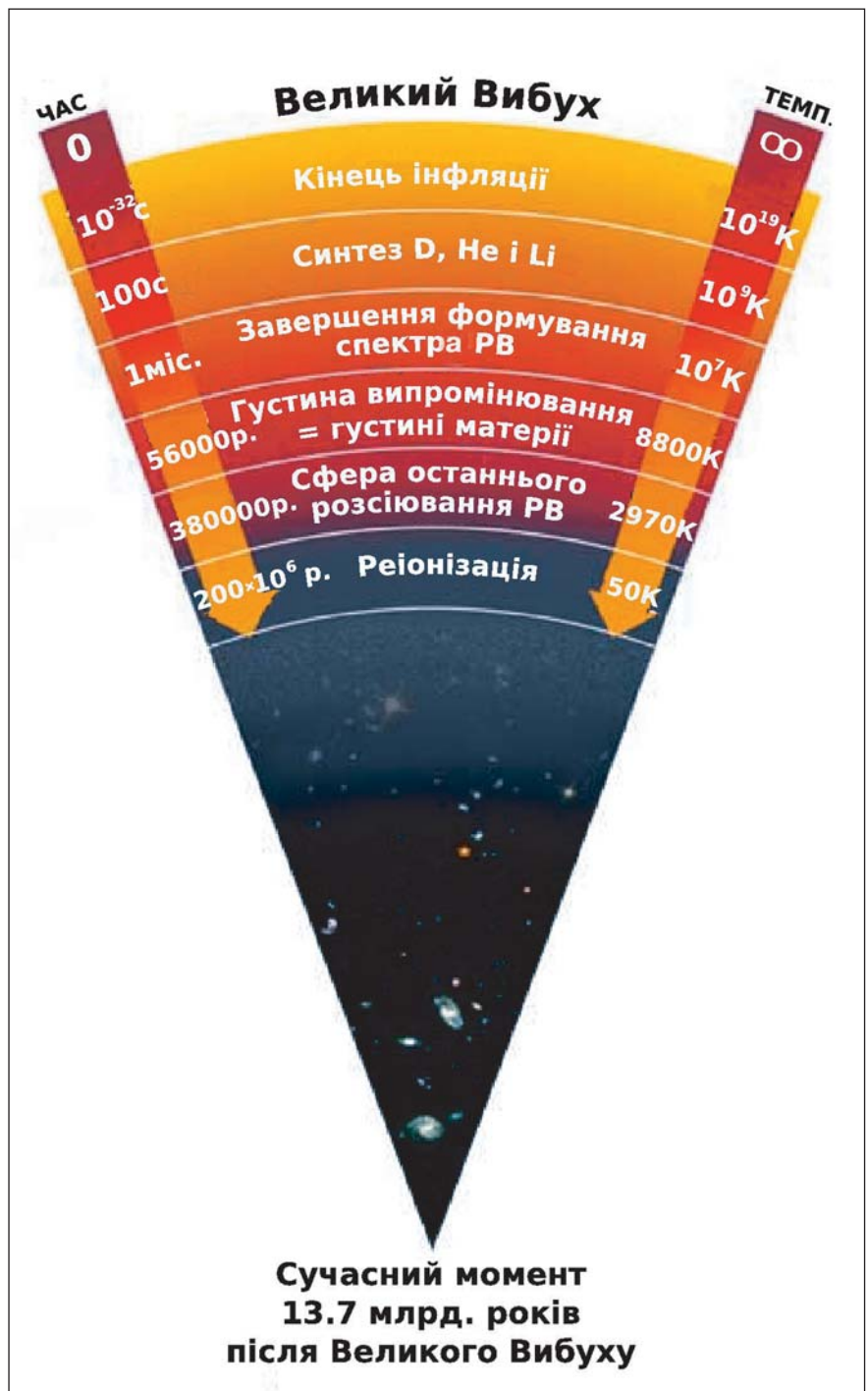
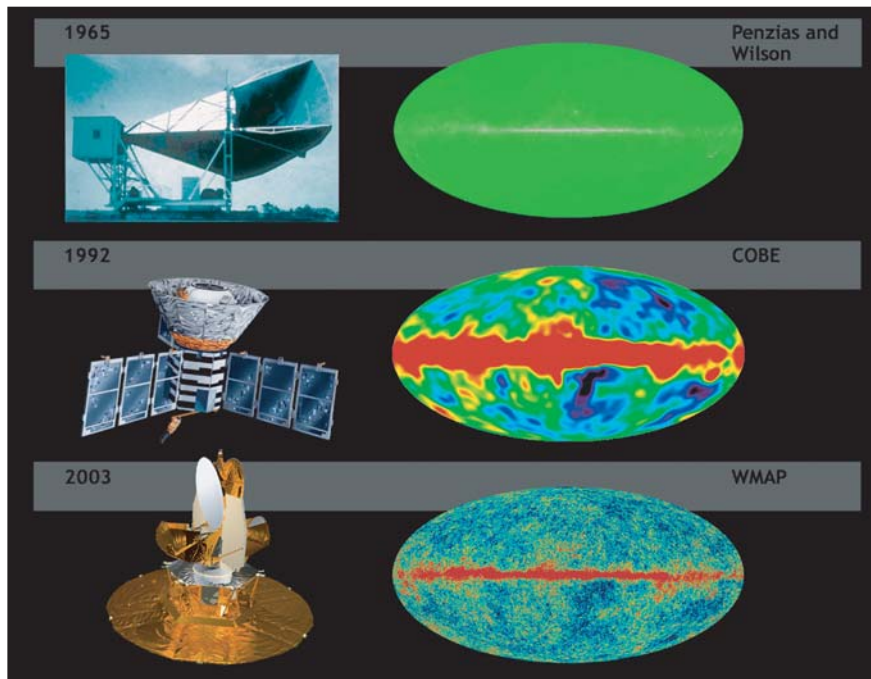


Рис. 4. Етапи еволюції Всесвіту від Великого Вибуху до сучасного моменту.  
Зліва — час, справа — температура



**Рис. 5.** Ключові експерименти в дослідженнях реліктового випромінювання. Зліва — телескопи, справа — карта небесної сфери в галактичних координатах (проекція Мульвіде). Центральна смуга на картах COBE і WMAP — Молочний шлях. Червоний колір — гарчіші плями, темно-синій — холодніші.

сила діє між різними частинами хмари у міжзоряному просторі, змушуючи її стискатися до утворення зорі. Ті в свою чергу збираються в галактики, галактики — в скупчення галактик, а ті — в надскупчення. *Євген Лівшиць*, відомий радянський фізик, ще у 1946

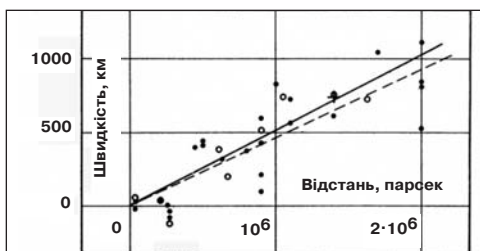
році вивів закон розвитку збурень густини і швидкості речовини у Всесвіті, який розширюється. З нього випливало, що для утворення галактик чи скупчень галактик під дією самогравітації необхідні зародкові неоднорідності відповідного масштабу, які

мали б бути згенерованими на самих початках розширення Всесвіту, а можливо і в самому Великому Вибуху. Це означає, що такі неоднорідності повинні б існувати на сфері останнього розсіювання і порушувати ізотропію реліктового випромінювання. *Р. Сакс* і *А. Вольф*, американські астрофізики, у 1967 р. першими дослідили цей ефект теоретично. Вони показали, що збурення густини і швидкості речовини, а також збурення метрики простору-часу (вважайте, гравітаційного поля) спричиняють кутові варіації температури реліктового випромінювання на рівні 0.1% на великих кутових масштабах ( $>10^\circ$ ). Фізичний механізм, який зумовлює анізотропію на цих масштабах — це зміна частоти електромагнітного випромінювання,

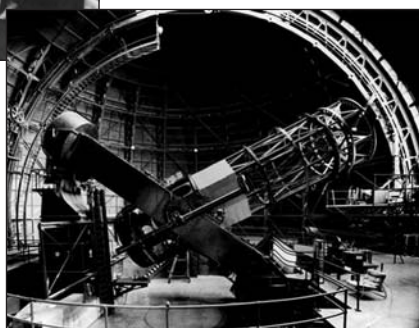
## Розширення Всесвіту



Едвін Габбл



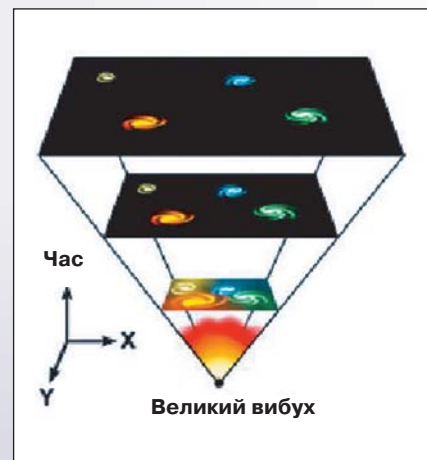
Залежність "швидкість-відстань до позагалактичних туманностей", отримана Е. Габблом



2,5-м телескоп обсерваторії Маунт Вілсон

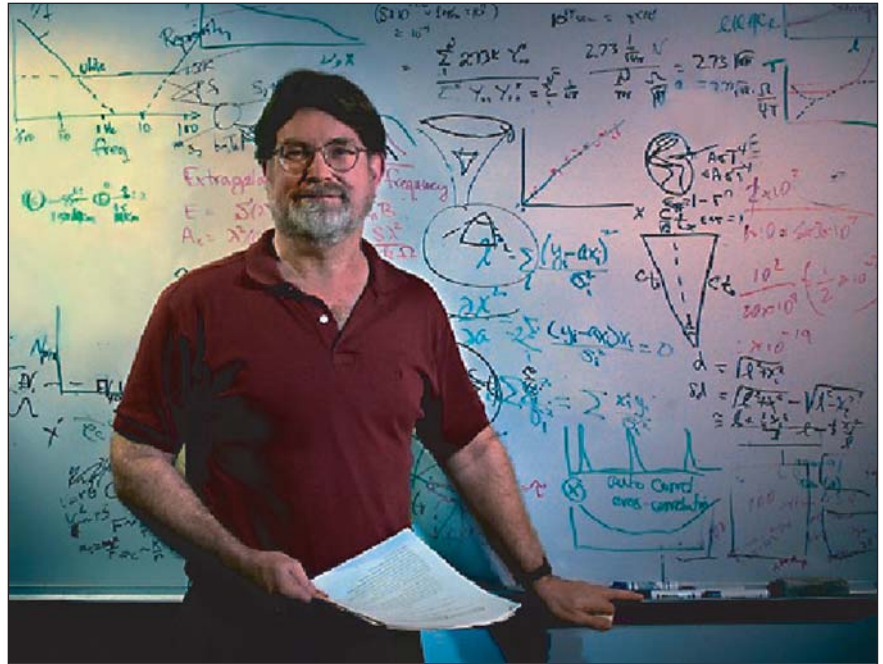
Вперше явище розширення Всесвіту було виявлене американським астрофізиком *Едвіном Габблом* у 1929 році. За допомогою найбільшого у той час телескопа з діаметром дзеркала 2.5 м (обсерваторія Маунт-Вільсон в Каліфорнії, США) він визначив відстані до найближчих галактик за допомогою знайдених у них пульсуючих зір класу цефеїд,

які є своєрідними маяками, що дозволяють визначати відстані за співвідношенням період-світимість. Зіставивши отримані відстані із їх швидкостями віддалення, визначеними *В. Слайфером* за зміщенням ліній у спектрах цих галактик, Габбл встановив, що швидкість віддалення окремої галактики  $V$  тим більша, чим більша



**Рис. 6. Джордж Смут (1945 р.н.), науковий керівник проекту з вимірювань анізотропії температури реліктового випромінювання COBE DMR, лауреат Нобелівської премії з фізики за 2006 р.**

зумовлена різницею гравітаційних потенціалів в точці сфери останнього розсіювання та в точці реєстрації на Землі, а також накопиченням змін гравітаційного потенціалу вздовж променя зору. У теорії анізотропії реліктового випромінювання його називають тепер ефектом Сакса-Вольфа. У наступному році Дж. Сілк з Кембриджа детально дослідив формування анізотропії на менших кутових масштабах, де основний вклад дають ефект Доплера — зміна частоти внаслідок пекулярної швидкості плазми в даній точці сфери останнього розсіювання, та адиабатичний ефект — збурення температури, пов'язані зі збуреннями густини баріонної речовини законами збереження і перенесення теплової енергії. Він показав, що збурення галактичних масштабів і більших “виживають” у гарячій плазмі, в той час як менші швидко загасають внаслідок дифузії фотонів теплового випромінювання із ділянки згущеної плазми в



більш розріджену. За його оцінками на кутових масштабах  $\sim 1^\circ$  очікувані флуктуації температури повинні бути порядку 0.2%. Ці роботи не тільки започаткували формування теорії анізотропії реліктового випромінювання — надзвичайно важливого напрямку сучасної космології, але й стимулювали

експерименти для її реєстрації. Очевидно, що такі малі відхилення можна зареєструвати тільки у надзвичайно прецизійних вимірах. Розпочалась гонитва за реєстрацією такої анізотропії в різних кутових масштабах та частотах мікрохвильового діапазону довжин хвиль. Однак, ні перший такий експе-

відстань  $r$  до неї:  $V = Hr$ . Згодом, після підтвердження цього явища іншими астрофізиками, цю закономірність назвали законом Габбла, а величину  $H$  — сталою Габбла, яка не залежить від напрямку та відстані.

Слід сказати, що це відкриття не було цілковитою несподіванкою — за сім років до цього його передбачив російський вчений *Олександр Фрідман*, застосувавши рівняння загальної теорії відносності *Єйнштейна* для опису еволюції однорідного ізотропного Всесвіту. Із розв'язків, отриманих ним, випливало, що такий Всесвіт може розширюватися або стискатися. Що робиться із нашим Всесвітом — можна встановити тільки за даними астрофізичних спостережень. Вони ж вказують на те, що він розширюється. Із закону Габбла випливає, що розширення розпочалось  $\sim 1/H$  років тому для всіх галактик одночасно. Цей момент початку розширення називають *Великим Вибухом*.

Від початку, поки за густиною домінувало випромінювання, масштаби збільшувались пропорційно  $t^{1/2}$ , а пізніше, в епоху домінування матерії, пропорційно  $t^{2/3}$ . В обох випадках, якщо розглядати стан матерії, рухаючись у часі назад, то при  $t \rightarrow 0$  (повернення до Великого Вибуху) розміри як завжди великої ділянки Всесвіту прямують до нуля, стягуються в точку. Тобто, вся матерія, яка тепер доступна для спостережень, була зібрана в кульці безмежно малих розмірів. Густина матерії і температура були безмежними в ній. Це так звана неусувна космологічна сингулярність, стан матерії в якій законами фізики не описується. Такий сценарій розширення називають *стандартною моделлю Великого Вибуху*, а сингулярність — її “неусувною” проблемою.

Але, оскільки діє закон всесвітнього тяжіння, чи інакше гравітація, то таке розширення повинно відбуватися зі сповільненням: кінетична енергія розлітання галактик витрачається на “переборювання” сил гравітації. Спроби визначити це сповільнення впродовж багатьох років були невдалими. Ситуація змінилася із виведенням у 1990 р. на навколосезну орбіту *Космічного телескопа імені Габбла* з діаметром головного дзеркала 2.4 м. Одне з головних завдань, для якого створювався цей найдорожчий у світі телескоп — дослідження далеких галактик з метою уточнення закону Габбла та визначення величини прискорення розширення Всесвіту. Результати майже десятилітніх досліджень (опубліковані у 1998 році) виявились вражаючими: замість очікуваного сповільнення розбігання галактик взаємним гравітаційним притяганням вони розбігаються із прискоренням — швидкість віддалення галактик із часом зростає! Це означає, що у Всесвіті крім звичайної речовини, для якої виконується закон всесвітнього тяжіння, є невідома фізична сутність, що має властивість гравітаційного відштовхування. За виміряним прискоренням вдалося встановити її густину: 72% від повної середньої густини Всесвіту. Тобто, вона є домінуючою за середньою густиною компонентою нашого Всесвіту. Її називають *темною енергією* (детальніше про неї можна прочитати зокрема у [1-5]).

За допомогою Космічного телескопа імені Габбла та найбільших наземних телескопів визначено величину сталої Габбла:  $71 \pm 4$  км/с·Мпк. Знаючи її та вміст різних компонент, розраховано вік Всесвіту від початку розширення — він становить  $t_H = 13,7$  мільярдів років, що добре узгоджується із віком найстарших зір Галактики.

римент наприкінці 1960-х років, ні наступні у 1970-х та 1980-х роках не мали успіху. Чутливість телескопів зростала, але сигналу не було...

Наприкінці 1970-х телескопи мікрохвильового діапазону могли вже реєструвати кутові варіації температури реліктового випромінювання до 0.05%, наприкінці 1980-х — уже до 0.02%. Найдорожчим і найбільш чутливим телескопом цих років, призначеним для реєстрації кутових варіацій реліктового випромінювання, був радянський космічний телескоп “Релікт” (1983–1984 р.р.), розміщений на штучному супутнику Землі “Прогноз-9”. Він провів виміри відхилень температури від середньої, скануючи різні ділянки неба на частоті 37 ГГц з кутовою роздільною здатністю  $\sim 6^\circ$  та чутливістю 0.0006 К по температурі. За півроку було оглянуто все небо та здійснено близько 15 млн. вимірів (керівник проекту *І. Струков*). Перші результати обробки даних були опубліковані в січневому номері журналу “Письма в Астрономический журнал” за 1984 рік. Вони вказували на відсутність кутових варіацій температури 0.0002 К і більших. Грунтовніша обробка даних, опублікована у 1987 році у тому ж журналі, ще приблизно в чотири рази понизила рівень, вище якого сигналу впевнено немає. Це означало, що кутові варіації температури  $\Delta T/T$ , які пов’язані з неоднорідностями у великих масштабах, не перевищують величини

$2 \cdot 10^{-5}$ . А це вже викликало неспокій в колах теоретиків, оскільки було дуже близько до межі, перехід через яку означав заду до наукового архіву напрацьованої на цей час теорії формування структури Всесвіту. У 1989 році розпочались виміри кутових варіацій температури реліктового випромінювання високочутливим диференціальним мікрохвильовим радіометром (ДМР, аббревіатура від назви англійською мовою — DMR), другим приладом на космічній обсерваторії COBE (рис. 5). Було проскановано все небо з кутовою роздільною здатністю  $\sim 7^\circ$  на 3-х частотах 32, 53 і 90 ГГц. Це дало можливість краще врахувати і вилучити вклад випромінювання галактичних та позагалактичних джерел переднього фону. Результати обробки всіх даних були опубліковані у вересневому номері американського журналу “The Astrophysical Journal” за 1992 р. і викликали сенсацію. *Нарешті анізотропія температури зареєстрована!* Її характерна величина у масштабах, більших  $7^\circ$ , становила  $\Delta T/T = 1.1 \cdot 10^{-5}$ . Науковим керівником проекту DMR був *Джордж Смут* (рис. 6).

Автор цих рядків добре пам’ятає піднесений настрій науковців відділу теоретичної астрофізики Астрокосмічного центру ФІРАН, де у той час перебував у науковому відрядженні, та мовчазну досаду учасників проекту “Релікт”, їхніх сусідів у корпусі Інституту космічних досліджень РАН. Наст-

рій теоретиків зрозумілий — нарешті підтверджено фундаментальне передбачення теорії, яке так довго шукали. Настрій “реліктивців” теж — вони були дуже близько до цього відкриття, але не їм судилося бути його авторами. DMR на COBE був значно досконалішим, ніж “Релікт”.

*Реєстрація кутових варіацій температури реліктового випромінювання в експерименті COBE стала підтвердженням ще двох ключових ідей сучасної космології — ідеї існування темної матерії та короткочасної фази експоненціального розширення у дуже ранньому Всесвіті — інфляції.* Справді, передбачена *Саксом і Вольфом* амплітуда кутових варіацій температури реліктового випромінювання у великих масштабах  $\sim 0.1\%$  базувалась на теорії гравітаційної нестійкості Всесвіту, який розширюється і в якому є тільки баріонна речовина та випромінювання. Надійно встановлена експериментами у 1970-х роках відсутність варіацій з такою амплітудою вказувала на те, що або закони гравітації у великих масштабах не такі, або склад Всесвіту інший.

На початку 1980-х років група московських ядерників (*Ю. Любімов та ін.*) на підставі своїх експериментів заявила, що *нейтрино мають масу спокою  $\sim 30$  електрон-Вольт (eВ), що приблизно у 30 мільйонів разів менше маси спокою протона чи нейтрона, з яких складаються ядра атомів.* Але



## Проблема горизонту

Однією з найгостріших проблем стандартної моделі Великого Вибуху (див. вкладку “Розширення Всесвіту”) є проблема горизонту, яка впливає зі спостережуваних властивостей реліктового випромінювання. Суть її ось у чому. З різних частин неба на Землю надходять кванти реліктового випромінювання, енергетичний розподіл яких описується функцією Планка з середньою температурою 2.725 К. Відхилення температури від середньої від напрямку до напрямку не перевищує кількох тисячних відсотка! Така ж висока ізотропія інтенсивності реліктового випромінювання! Це означає, що в ділянках останнього розсіювання реліктового випромінювання, звідки воно надходить, з такою ж точністю однакова густина, температура, хімічний склад і все інше, що впливає на енергетичний розподіл та інтенсивність випромінювання. Тобто такі ділянки є однорідними за всіма фізичними параметрами. Отже, мали б існувати фізичні процеси, які забезпечують вирівнювання фізичних умов (теплопровідність, обмін енергіями через випромінювання, звук, дифузію та ін.). Всі процеси мають скінчену швидкість “передачі інформації” про фізичний стан різних областей простору. Вона не перевищує швидкості світла  $c=300000$  км/с, яка є верхньою межею поширення будь-яких сигналів. Таким чином, однакові умови можуть встановитися тільки в такій ділянці, розміри якої є набагато меншими  $c \cdot t$ , де  $t$  — час, який пройшов від моменту Великого Вибуху. Сферу, яка окреслює цю ділянку, називають горизонтом частинки: це максимально віддалена поверхня, з якої за час існування Всесвіту надійшов сигнал, що поширюється зі швидкістю світла.

Реліктове випромінювання відірвалось від речовини в момент космологічної рекомбінації. Вік Всесвіту тоді становив  $t_r=380$  тис. років. Горизонт частинки у цей



кількість нейтрино майже у мільярд разів більше за кількість протонів та електронів. Звідси випливає, що середня масова густина нейтрино значно переважає густину баріонної речовини. Оскільки нейтрино не випромінюють і не поглинають світла, то цю компоненту називають *темною матерією*. В ранню епоху, задовго до рекомбінації, нейтрино взаємодіяло з речовиною і було розігрите до високих температур. Тому таку темну матерію називають гарячою. І хоч таке значення маси нейтрино не було підтверджене іншими експериментами, ідея темної матерії у формі масивних слабковзаємодіючих частинок стала однією з ключових у сучасній космології.

Сьогодні розглядаються моделі холодної та теплої темної матерії. В них формування структури йде від об'єктів менших мас до більших шляхом ієрархічного скупчування, що узгоджується зі спостережуваними характеристиками великомасштабної структури Всесвіту. В моделі з темною матерією амплітуда варіацій температури реліктового випромінювання значно менша, ніж в чисто баріонній. Це рятувало теорію. Визначена в експерименті COBE амплітуда  $\Delta T/T$  разом із даними про галактики та їхні скупчення в сучасну епоху впевнено вказують на існування темної матерії у формі масивних слабковзаємодіючих частинок. В експерименті COBE вперше отримана карта флуктуацій темпе-

ратури реліктового випромінювання для всього неба. Її роздільна здатність була всього  $\sim 7'$ , але це вже дало можливість отримати унікальну інформацію про Всесвіт, застосовуючи статистичні методи аналізу. Було побудовано двоточкову кореляційну функцію гарячих і холодних плям і отримано спектр потужності просторових неоднорідностей температури. Виявилося, що він практично збігається з тим, що передбачений інфляційними моделями раннього Всесвіту. Таким чином, це відкриття стало підтвердженням таких моделей.

Після того, як існування анізотропії реліктового випромінювання було підтверджене в десятках інших експериментів, Джорджу Смуту було присуджено Нобелівську премію з фізики за 2006 рік (розділив з Дж. Мазером). В представленні комітету було відзначено, що "результати обсерваторії COBE є відповідною точкою космології як точної науки". Ця премія вручалась на фоні наступної успішної космічної одиссеї — WMAP, яка ще триває.

### WMAP. Чи буде третя Нобелівська премія?

Проект зі створення Зонду мікрохвильової анізотропії (*Mikrowave Anisotropy Probe, MAP*) стартував на наступний день після офіційного завершення проекту COBE — 1 листопада 1996 р. і є його логічним продовжен-

ням. Це спільний проект НАСА і Принстонського університету, його керівником став *Чарльз Беннет*, учасник проекту COBE. Призначення зонду — отримати карту флуктуацій температури реліктового випромінювання всього неба з кутовою роздільною здатністю в 33 рази кращою ( $\sim 15'$ ) та чутливістю по відношенню сигнал/шум у 45 разів більшою, ніж у COBE DMR. Це досягалось шляхом сканування всього неба уже на 5 частотах (23, 33, 41, 61 та 94 ГГц), використанням диференціальних високочутливих радіометрів як приймачів та розташуванням телескопа в точці Лагранжа L2 (див. рис. 7), що міститься на відстані 1.5 млн. км — далеко від Землі та Місяця. Запущений 30 червня 2001 року ракетоносієм Дельта з мису Канаверал, MAP досягнув точки Лагранжа L2 1 жовтня 2001 року і відразу ж розпочав сканування неба.

Принцип отримання карти флуктуацій температури для всього неба полягав у наступному. Зонд являв собою два цілком ідентичні телескопи з еліптичними головними дзеркалами (головні осі 1.6м та 1.4м), які "дивляться" в протилежні сторони (кут між променями зору телескопів  $141^\circ$ ), та вторинними, які скеровують промені на приймачі, які визначають різницю температур мікрохвильового випромінювання. Зонд обертається довкола головної осі за 2 хв. 9 сек., яка пресекує з періодом в 1 годину довкола осі

час становив  $l_r = 2 \cdot c \cdot t_r$  (множник 2 з'явився внаслідок залежності темпу розширення від часу в епоху домінування випромінювання,  $\sim t^{1/2}$ ). Відстань від Землі до сфери останнього розсіювання  $l_H = 3 \cdot c \cdot (t_H - t_r)$  (множник 3 з'явився внаслідок залежності темпу розширення від часу в епоху домінування матерії,  $\sim t^{2/3}$ ). За час від  $t_r$  до  $t_H$  масштаб  $l_r$  зріс у  $(t_H/t_r)^{2/3} \sim 1100$  разів. Таким чином, на гіперповерхні постійного часу  $t_H$  кут, під яким земний спостерігач бачить причинно-зв'язану ділянку на сфері останнього розсіювання реліктового випромінювання, становить  $1100 \cdot l_r / L_H \cong 1^\circ$ . Таких ділянок на сфері останнього розсіювання понад 50000 тисяч. На верхньому рисунку схематично показано сферу останнього розсіювання із Землею в центрі. Горизонт частинки показано синьою цяткою на сфері.

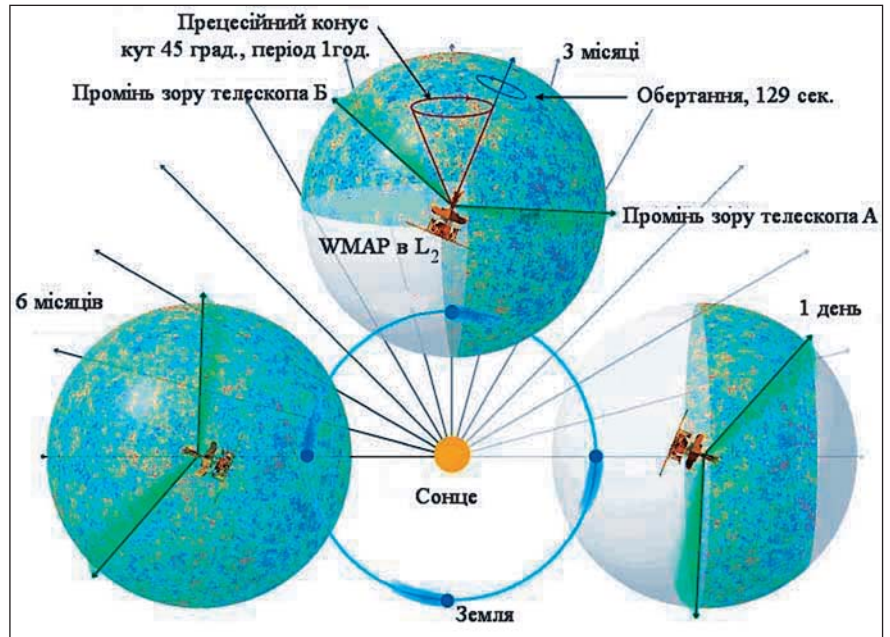
На середньому рисунку зліва показано світлові конуси  $c \cdot (t_H - t) = (x^2 + y^2)^{1/2}$ , твірні яких окреслюють просторові ділянки  $(x, y)$ , доступні для спостережень із Землі тепер (зелений колір), та з двох точок на сфері останнього розсіювання (сині конуси) в стандартній моделі Великого Вибуху. На осі часу (вертикальна вісь) сучасному моменту відповідає червоне зміщення  $z=0$ , сфері останнього розсіювання  $z = 1100$ . Горизонти частинки — це кола в площині  $t = 0$ , окреслені конусами. Бачимо, що в стандартній моделі Великого Вибуху, світлові конуси двох точок, кутова відстань між якими більша ніж  $1^\circ$ , ніколи не перети-

наються. Отже, за час від Великого Вибуху ( $t=0$ ) до моменту космологічної рекомбінації ( $t=t_r$ ,  $z=1100$ ) однакові усіди фізичні умови не могли бути встановлені жодними фізичними процесами, оскільки вони є поза ділянками причинно-наслідкового зв'язку. Ймовірність випадкової кореляції температури в такій великій кількості ділянок на сфері останнього розсіювання нехтовно мала.

Ця проблема усувається, якщо в дуже ранню епоху своєї еволюції (наприклад  $t \sim 10^{-25}c$ ,  $z \sim 10^{28}$ ) Всесвіт коротку мить розширювався так, що масштаби зростали  $\sim \exp(Ht)$ . Така модель Всесвіту вперше була розглянута *де Ситтером* ще у 1917 р. і називається його іменем. За таким самим законом зростають відстані між точками на поверхні сфери, яка роздувається (в англійській мові *inflate*) так, що її радіус зростає пропорційно до часу. (Так само збільшується грошова маса внаслідок інфляції). Тому таку модель ще називають *інфляційною*.

Нижній рисунок показує, що у Всесвіті з інфляційною стадією в ранню епоху світлові конуси навіть віддалених точок на сфері останнього розсіювання перетинаються, а отже спостережувана сфера останнього розсіювання реліктового випромінювання — це одна причинно-зв'язана ділянка, роздута за час тривалості інфляційної стадії до розмірів, більших за горизонт частинки.

**Рис. 7. Зонд мікрохвильової анізотропії WMAP в точці Лагранжа L<sub>2</sub> та на геліоцентричній орбіті 1 жовтня 2001 р. (справа), 1 січня 2002 р. (вгорі) та 1 квітня 2002 р. (зліва). У верхній частині показані осі обертання та прецесії супутника. За допомогою напівпрозорих сфер показано частину просканованого неба за 1 день (справа), за 3 місяці (вгорі), за 6 місяців (зліва)**



Сонце-Земля під кутом  $22.5^\circ$ . Ця вісь внаслідок обертання Землі довкола Сонця за добу повертається на  $1^\circ$  в площині екліптики. Таким чином, за півроку зонд сканує все небо 1 раз. Робоча температура радіометрів становить 90 К, яка забезпечується пасивним охолодженням в тіні сонячних батарей та теплоізоляцією від теплої частини зонда.

У 2003 році MAP було перейменовано у WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) на честь Девіда Вількінсона, одного із наукових керівників проекту, який передчасно пішов з життя у 2002 році.

Результати обробки даних одного року спостережень були опубліковані у 2003 році. Отримана карта флуктуацій температури реліктового випромінювання, яка показана на рис. 7 (нижня карта), по суті є фотографією раннього Всесвіту, в якому ще не було ні зір, ні галактик (380 тис. років після Великого Вибуху). На ній добре проглядаються гарячі і холодні плями, зумовлені зародками структури масштабу надскупчень галактик. Її можна представити в кількісних характеристиках — залежності середньоквадратичного значення амплітуди флуктуацій температури від розміру плям, або так званім спектром потужності, показаним на рис. 8, де по горизонтальній осі — розмір плями в градусах, по вертикальній — усереднений за всіма плямами даного розміру квадрат відхилення температури від середньої (мікрокельвіни в квадраті =  $10^{-12}$  К<sup>2</sup>). WMAP надійно встановив наявність осциляцій на кутових масштабах, менших за  $2^\circ$ . Вони передбачались у сценаріях формування структури із адіабатичних скалярних збурень густини і швидкості речовини та випромінювання. Теоретики розглядали й інші сценарії — формування галактик та їх скупчень з ізотермічних збурень, топологічних дефектів, текстур та ін. Кожен із них передбачав інший спектр у цій ділянці.

Отже, уже сам характер спектра чітко показав, який сценарій реалізований у нашому Всесвіті. Більше того, точність вимірів настільки висока, що дала можливість надійно встановити

положення амплітуди і вершин, і впадин, які залежать від геометрії простору-часу, вмісту і складу матерії, сталої Габбла та інших космологічних параметрів. Порівнянням теоретичного і спостережуваного спектрів вдалося встановити, що кривизна 3-простору спостережуваної ділянки Всесвіту практично дорівнює нулеві (коливання поблизу нуля у визначеннях різних авторів зумовлені похибками експериментальних даних  $\sim 2-3\%$ ), тобто, що геометрія 3-простору у великих масштабах є евклідовою. Спроби встановити її на основі астрономічних спостережень тривали фактично з часу публікації роботи Фрідмана у 1922 році. Історія визначення величини сталої Габбла теж є тривалою, вона розпочалася ще у 1929 році (див. вставку “Розширення Всесвіту”). Впродовж кількох десятків років другої половини ХХ-го століття її величина за визначеннями різних авторів потрапляла в діапазон 50-100 км/с/Мпк. Така велика невизначеність створювала проблеми для космології та астрофізики, оскільки призводила до невизначеностей інших величин у 2 рази (віку Всесвіту, наприклад). Тому ключовою задачею для Космічного телескопа імені Габбла (КТГ), виведеного на орбіту у 1990 році, було уточнення значення сталої Габбла. Задача була розв’язана: на основі дослідження цефеїд та наднових зір в далеких галактиках встановлено значення сталої Габбла як  $70 \pm 7$  км/с/Мпк. Досягнута точність визначення — 10% її величини. Це стало великим досягненням спостережної космології. Але дані WMAP разом з даними КТГ дозволили визначити її із ще більшою точністю  $\sim 5\%$ :  $71 \pm 4$  км/с/Мпк. Це дало мож-

ливість дуже точно встановити і вік Всесвіту —  $13.7 \pm 0.4$  млрд. років.

Точність, з якою визначені важливі параметри нашого Всесвіту на основі даних першого року спостережень WMAP, ще недавно вважалась не досяжною, тому, на думку багатьох вчених, їх публікація відкрила епоху прецизійної космології. У 2007 році були опубліковані дані 3-х річних спостережень, а в 2009-ому — 5-ти річних, а в січні 2010-го — 7-ми річних. Вони підтвердили й уточнили попередні результати.

Принципове значення для астрофізики та фізики елементарних частинок має визначення складу Всесвіту. Амплітуди і положення піків і впадин у спектрі потужності флуктуацій температури реліктового випромінювання, який впливає з даних WMAP, надійно вказують на те, що у нашому Всесвіті баріонна речовина складає 5% від загальної середньої густини, темна матерія — 23%, а решта 72% — так звана темна енергія, на існування якої вказують дослідження наднових зір у далеких галактиках, проведені з допомогою КТГ та найбільших наземних телескопів (детальніше про неї див. статті [1-7]). Це визначення складу Всесвіту (рис. 9) сьогодні є найточнішим і найнадійнішим. І хоч природа прихованих компонент — темної матерії та темної енергії, які домінують за середньою густиною — поки-що невідома, факт встановлення їх існування та визначення їх густин має безсумнівно фундаментальне значення для фізики, астрофізики та космології.

Отримані експериментальні дані про температуру, енергетичний розподіл та анізотропію реліктового випромінювання дають можливість будувати теоретичні моделі дуже раннього

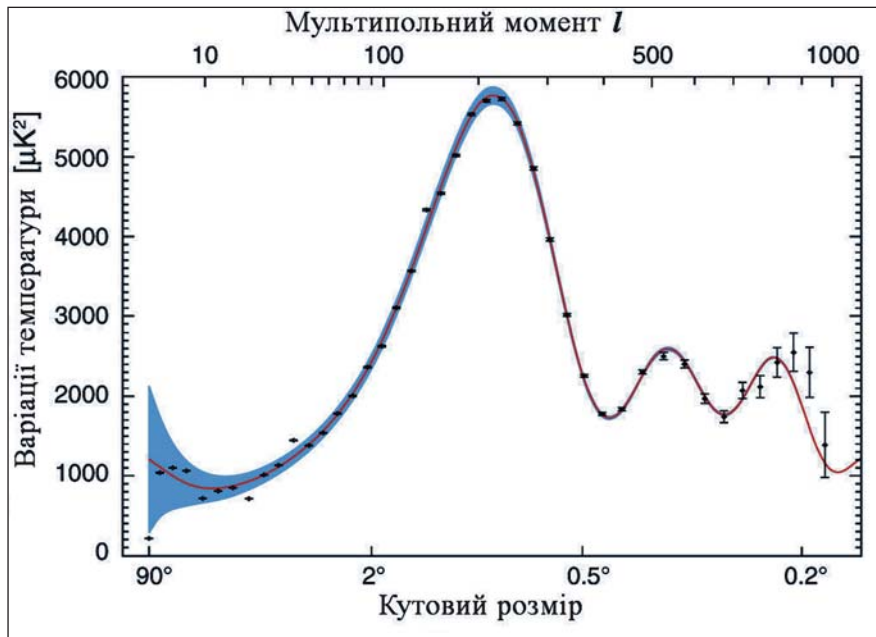


Рис. 8. Спектр потужності флуктуацій температури реліктового випромінювання: залежність середньо-квадратичного значення амплітуди флуктуацій температури від розміру плям. Горизонтальна вісь — розмір плями в градусах  $^{\circ}$ , вертикальна — усереднений за всіма плямами даного розміру квадрат відхилення температури від середньої (мікрокельвіни в квадраті =  $10^{-12} \text{ K}^2$ ). Верхня горизонтальна вісь проградуєвана у номерах сферичних гармонік  $l \approx 180^{\circ}/\theta$ .

Всесвіту, коли елементарні частинки та фотони мали енергії значно більші за ті, яких досягнуто у найпотужніших прискорювачах елементарних частинок. Таким чином, відкриття і дослідження реліктового випромінювання стало мостом, що з'єднав два береги науки про світ, в якому ми живемо — космологію, науку про Всесвіт як ціле (найбільші масштаби), та фізику елементарних частинок і високих енергій, яка вивчає фундаментальні властивості матерії у найменших масштабах.

### WMAP передає естафету Планку

WMAP уже 9-й рік вимірює анізотропію реліктового випромінювання й у вересні 2010 року завершить свою місію, одну з найуспішніших і найпродуктивніших. Свідченням цього є те, що публікації даних WMAP займають три перші місця у списку найбільш цитованих праць із фізики й астрономії XXI-го століття. Проте уже цього року чи в наступні 2-3 роки можуть з'явитися нові лідери за кількістю цитувань. Ними можуть стати або публікації результатів досліджень, отриманих на Великому адронному колайдері, або ж на космічній обсерваторії Планк, яка розпочала сканування неба в мікрохвильовому діапазоні електромагнітного випромінювання 27 серпня 2009 року. Ця обсерваторія, як і WMAP, міститься поблизу точки Лагранжа L2 (див. вставку "Космічна обсерваторія Планк"), але значно досконаліша — виміри проводяться на дев'яти частотах в діапазоні 30-857 ГГц, приймачі охолоджені до найнижчої, досягнутої сьогодні, температури

0.1 K, чутливість до температури в 5 разів вища, просторова роздільна здатність у 3 рази краща, ніж у WMAP. За його допомогою вчені сподіваються визначити спектр потужності флуктуацій температури реліктового випромінювання до сферичних гармонік  $\sim 3000$  (див. верхню шкалу на рис. 8) з точністю по амплітуді  $\sim 1\%$ , визначити параметри Стокса поляризації реліктового випромінювання, встановити положення й амплітуду третього та наступних акустичних піків. Це дасть змогу точніше визначити космологічні параметри, характеристики первісного (післяінфляційного) спектра збурень, вміст баріонної і темної матерії та інші фундаментальні параметри нашого Всесвіту. Але головне, на що сподіваються дослідники, — це виявлення "відбитків пальців" реліктових гравітаційних хвиль, згенерованих в інфляційну епоху. Дані WMAP про спектр потужності флуктуацій температури реліктового випромінювання дали можливість отримати тільки верхню межу на вклад у цей спектр реліктових гравітаційних хвиль. Останні зумовлюють рухи плазми на сфері останнього розсіювання, а ті у свою чергу, через ефект Доплера флуктуації температури. Однак, відрізнити їх від флуктуацій, зумовлених збуреннями швидкості, що пов'язані зі збуреннями густини речовини, практично неможливо. Отже, треба шукати інші ефекти впливу реліктових гравітаційних хвиль на реліктове електромагнітне випромінювання, за якими можна буде встановити їх існування.

Вчені проаналізували їхній вплив на поляризацію реліктового електромагнітного випромінювання і таки знайшли особливість, за якою їх мож-

на ідентифікувати. Рухи плазми на сфері останнього розсіювання реліктового випромінювання, незалежно від природи їх генерації, зумовляють слабку лінійну поляризацію реліктового випромінювання. Розрізнити вклади від гравітаційних хвиль та збурень густини в ступінь і напрям поляризації у кожній точці небесної сфери неможливо. Але якщо розглядати їхню просторову структуру, тобто орієнтацію поляризації в різних точках площини небесної сфери, то тут з'являється різниця. Збурення густини в первинній плазмі зумовлюють утворення колоподібних і радіальних структур поляризації, в той час як гравітаційні хвилі — ліво- і правобічні закрути (рис 10). Таким чином, провівши "дактилоскопічний" аналіз карти поляризації реліктового випромінювання, можна буде встановити присутність реліктових гравітаційних хвиль та виміряти їх потужність.

Чутливість космічної обсерваторії Планк до температури і поляризації уже достатня, щоб ставити таку задачу. Виявити таким чином реліктове гравітаційне випромінювання — це дуже амбітна мета, але команда Планка — від науковців до інженерів — зробили і роблять все, щоб її досягнути. Чому амбітна? Річ у тім, що реліктові гравітаційні хвилі почали вільно поширюватися відразу після завершення інфляційної стадії, тобто, коли вік Всесвіту не перевищував однієї десятимілярдної частки секунди! Це релікт із дуже ранньої епохи, коли енергії частинок були значно більшими за величину 1000 TeV (нагадаю, що у Великому адронному колайдері частинки будуть розіганані до максимальних енергій 14 Тераелектрон-вольт, а префікс Тера означає тисячу мільярдів —  $10^{12}$ ).

Виявлення "відбитків пальців" цього випромінювання в структурі поляризації реліктового випромінювання стане незаперечним доказом — існування гравітаційних хвиль, — існування інфляційної стадії,

— квантових флуктуацій метрики простору-часу в цю епоху.

Потужність сигналу завиткової поляризації залежить від потужності реліктового гравітаційного випромінювання, яка визначається шкалою енергій інфляційної стадії. Чим раніше, відбулась інфляція, тим більший масштаб енергій. Зі згаданих обмежень, отриманих на основі даних COBE і WMAP, випливає, що це сталося не раніше  $10^{-38}$  частки секунди (!) після Великого Вибуху. Енергія частинок сягала тоді  $10^{12}$ - $10^{13}$  ТеВ. Вчені очікують, що інфляція відбулась, коли сильна взаємодія, відповідальна за існування ядер атомів, відділялася від Єдиної взаємодії, яка описується Теорією Великого Об'єднання. Це сталося, коли частинки мали енергію  $\sim 10^{11}$  ТеВ, а після Великого Вибуху минуло всього  $10^{-35}$  секунди. Якщо інфляція відбулася саме у ту мить, то згенеровані тоді гравітаційні хвилі повинні залишити свої “відбитки пальців” на сфері останнього розсіювання реліктового електромагнітного випромінювання (380 тис. років після Великого Вибуху) у вигляді завиткової структури його поляризації, яку космічна обсерваторія Планк здатна зареєструвати. Якщо ж вона мала місце значно пізніше, скажімо  $10^{-25}$  секунди після Великого Вибуху, то сигнал буде нижчим рівня детектування. Але й це дасть науковцям інформацію для роздумів: а який тоді фізичний процес запустив інфляцію?

Отже, космічна обсерваторія Планк, хоч і опосередковано, та все ж “підгляне”, як творився наш Всесвіт, а обговорення її результатів стимулюватиме подальші дослідження у цьому напрямку.

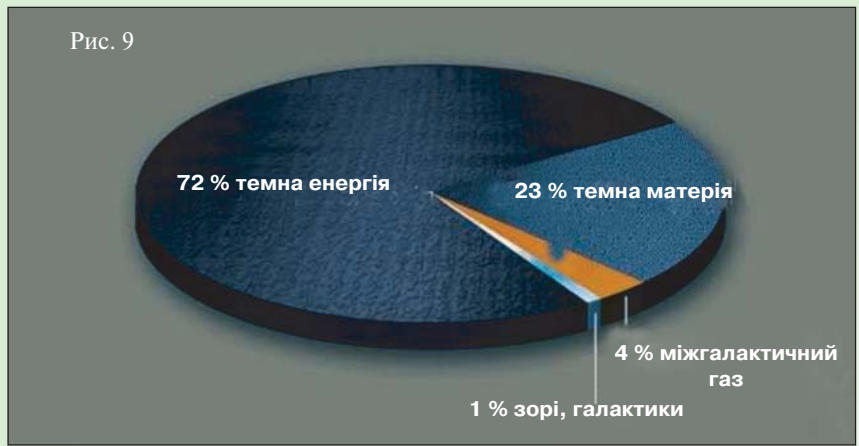
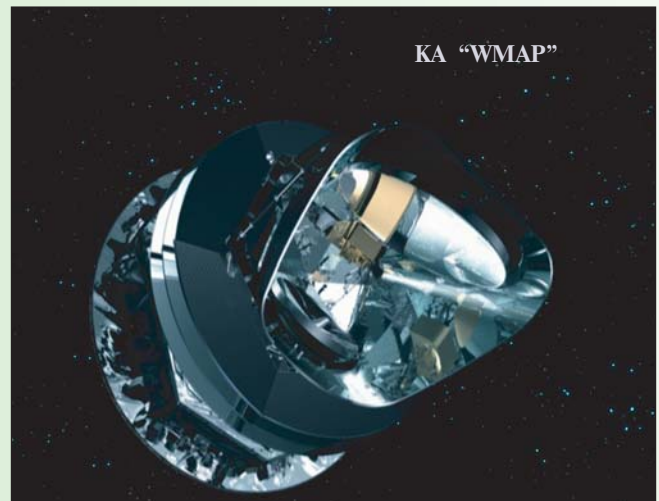
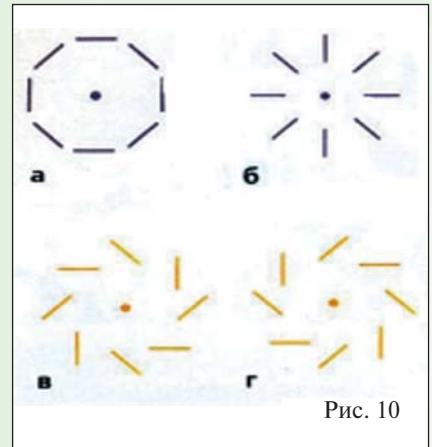


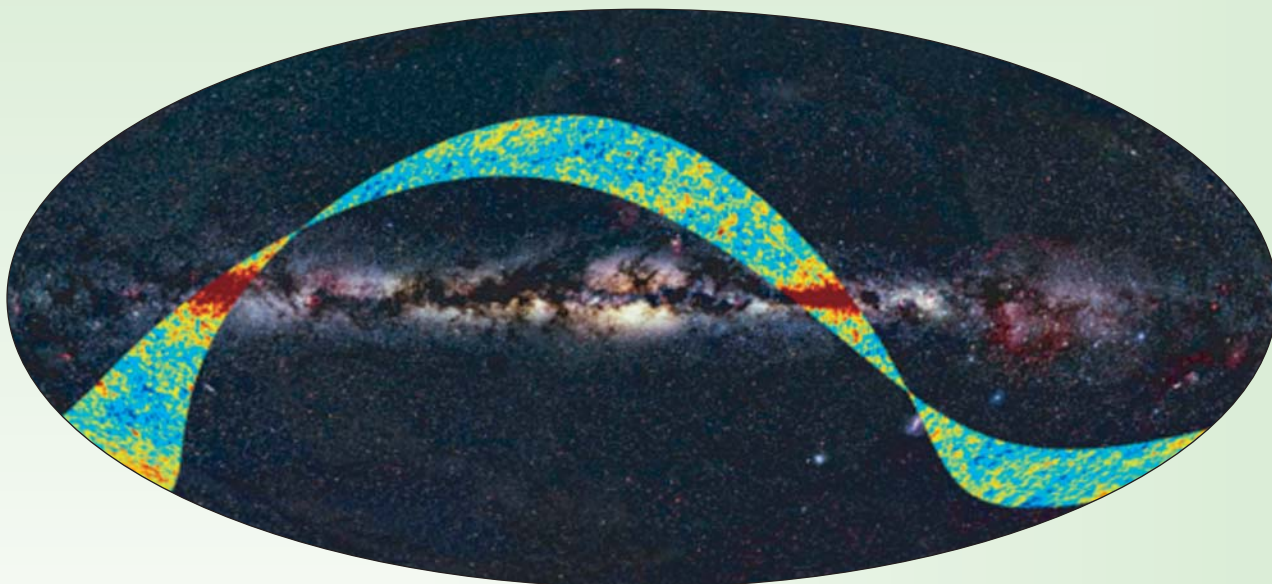
Рис. 9. Вміст речовини у Всесвіті за даними КА WMAP: баріонна речовина — 5%, темна матерія — 23%, темна енергія — 72%.

Рис. 10. Характерна просторова структура поляризації реліктового електромагнітного випромінювання: збурення густини та швидкості речовини зумовлюють колоподібну (а) та радіальну структуру (б), реліктові гравітаційні хвилі — ліво-(в) та правобічні закрути (г).



**Література**

1. Насельский П.Д., Новиков Д.И., Новиков Д.И. Реликтовое излучение Вселенной. — М.: Наука, 2003. — 390 с.
2. Durrer R. The cosmic microwave background. — Cambridge: Cambridge University Press, 2008. — 401 p.
3. Яцків Я.С., Александров О.М., Вавілова І.Б., Жданов В.І., Кудря Ю.М., Парновський С.Л., Федорова О.В., Хміль С.В. Загальна теорія відносності: випробування часом. — Київ: ГАО НАН України, 2005. — 288 с.
4. Величний космос. — Спеціальний випуск журналу “Світ науки”, №2(8), 2001.
5. Новосядлий Б.С. Основи і становлення сучасної космології // Педагогічна думка. — 2004.—№2.— с.3-12.
6. Сажин М., Сажин О. Прискорене розширення і “темна енергія” Всесвіту // Світогляд. — 2007.— №3(5). — с.40-49.
7. Новосядлий Б.С. Темна енергія — загадка століття // Світ фізики. — 2007. — №4. — с. 3-9.



## Космічна обсерваторія Planck

Космічна обсерваторія “Planck” призначена для отримання карти температури і поляризації реліктового випромінювання всього неба з безпрецедентною чутливістю ( $\Delta T/T \sim 2 \cdot 10^{-6}$ ) та кутовою роздільною здатністю ( $\sim 5$  дугових хвилин). Це — штучний супутник, на борту якого містяться телескоп для мікрохвильового діапазону довжин хвиль, блок наукової апаратури, телекомунікації, система енергозабезпечення та контролю орієнтації в просторі. Запущений 14 травня 2009 року з космодрому Куру (Французька Гвіана) ракетою-носієм “Аріан-5”. У липні досягнув точки Лагранжа  $L_2$ , звідки проводитиме спостереження впродовж 15 місяців. Вона знаходиться на відстані 1.5 млн км від Землі з протилежного від Сонця боку. Супутник описуватиме відносно цієї точки фігури ліссажу з амплітудою  $\sim 400\,000$  км (орбіта показана на нижньому рисунку). Загальна вага супутника — 1.9 т, габарити — циліндрична форма з максимальним діаметром 4.2 м в основі та висотою 4.2 м.

Оптичну систему телескопа становлять два позаосьові еліптичні дзеркала: первинне з розмірами  $1.9\text{ м} \times 1.6\text{ м}$  (на середньому рисунку у правій верхній частині труби телескопа) та вторинне  $1.1\text{ м} \times 1.05\text{ м}$  (на рисунку у лівій нижній частині труби телескопа). Ефективна апертура — 1.5 м, фокусна відстань — 1.4 м, робоче поле зору —  $15^\circ$ . Дзеркала розташовані так, що промінь зору телескопа утворює кут  $85^\circ$  до основної осі супутника, довкола якої він обертається з частотою 1 оберт за хвилину.

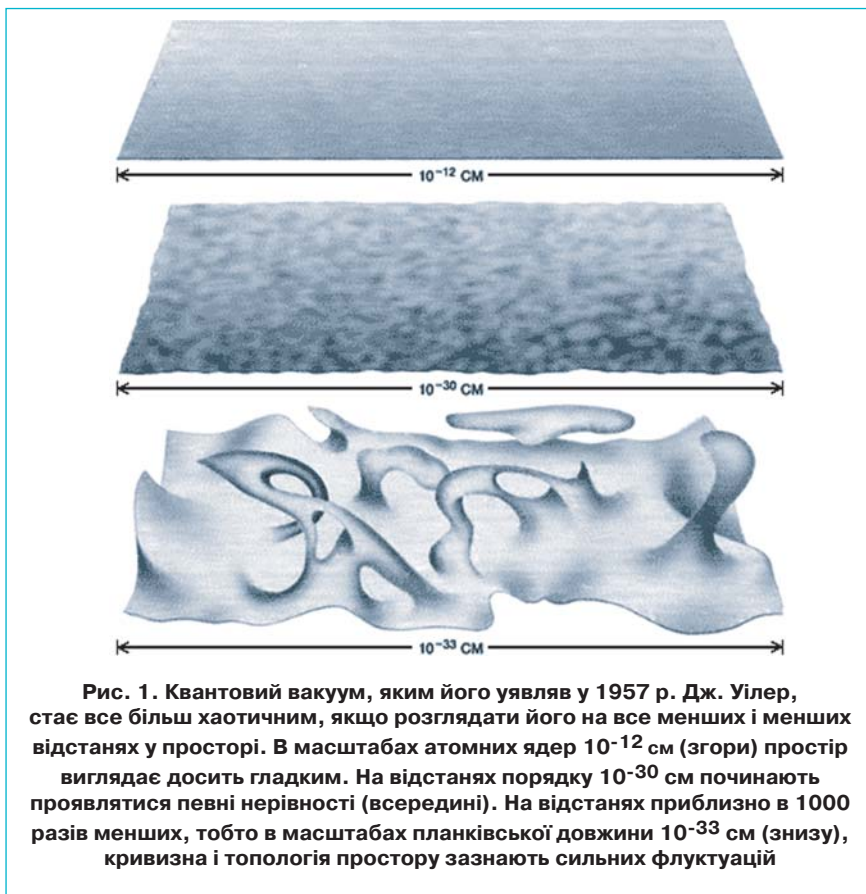
Приймальна апаратура реєструє електро-магнітне випромінювання у вузьких смугах на 9 частотах: 30, 44, 70, 100, 143, 217, 353, 545 та 857 ГГц. Приймачами на найнижчих 3-х частотах є транзистори з високою рухливістю елект-

ронів НЕМТ, охолоджені до 20 К ( $-253^\circ\text{C}$ ), на вищих частотах — болометри, охолоджені до 0.1 К ( $-273.05^\circ\text{C}$ ). Сьогодні це найхолодніше місце у Сонячній системі! Це забезпечується унікальною системою пасивного охолодження в космічних умовах (до 50 К) та 3-ступеневою охолоджувальною системою рідким гелієм до 0.1 К. Завдяки цьому досягнуто найбільшої чутливості у визначенні температури. Крім вимірювання температури реліктового випромінювання в кожній ділянці неба, апаратура визначатиме також і параметри Стокса його поляризації.

Процес вимірювань є таким. Супутник здійснює повний оберт довкола власної осі, яка завжди паралельна осі Сонце-Земля-телескоп. Борт супутника з боку Сонця — це сонячна батарея і екран телескопа одночасно. Таким чином, сонячна батарея весь час повернута до Сонця, а телескоп перебуває в її тіні. Вісь променя зору телескопа внаслідок обертання супутника довкола власної осі описує конус на небі, з кутом при вершині  $85^\circ$  в протилежному від Сонця напрямі. Таким чином за один оберт супутника одночасно на всіх робочих частотах сканується кільце на небесній сфері шириною  $15^\circ$ . За добу напрям осі обертання зміщається на  $1^\circ$  в площині геліоцентричної орбіти супутника, оскільки довкола Сонця він обертається синхронно із Землею. Таким чином за півпроку буде отримана карта всього неба. На рисунку зліва наведено результати пробного сканування неба в період з 13 по 27 серпня 2009 р. (проекція небесної сфери на площину в галактичних координатах). Результати тестування засвідчили, що всі системи космічної обсерваторії працюють нормально, і з 27 серпня вона розпочала неперервне сканування неба.

Космічна обсерваторія Planck створена Європейським Космічним Агенством, її загальна вартість складає приблизно 700 млн євро.

# ХТО КЕРУЄ ВСЕСВІТАМИ?



**Рис. 1.** Квантовий вакуум, яким його уявляв у 1957 р. Дж. Уілер, стає все більш хаотичним, якщо розглядати його на все менших і менших відстанях у просторі. В масштабах атомних ядер  $10^{-12}$  см (згори) простір виглядає досить гладким. На відстанях порядку  $10^{-30}$  см починають проявлятися певні нерівності (всередині). На відстанях приблизно в 1000 разів менших, тобто в масштабах планківської довжини  $10^{-33}$  см (внизу), кривизна і топологія простору зазнають сильних флуктуацій

За останню третину ХХ століття наукові знання про ранню історію Всесвіту, в якому ми живемо, а також основні фізичні космологічні теорії витримали перевірку точними сучасними астрономічними спостереженнями спеціальних супутникових телескопів і грандіозних наземних міжнародних експериментів. Сучасна космологія, одна з галузей наукового пізнання, що бурхливо розвивається, заснована на найостанніших досягненнях фізики, одна з тих небагатьох галузей, де в 2006 році роботи за 2000 рік (а іноді й за 2003 рік) можна вважати вже морально застарілими. Незалежні експерименти, такі як прямі спостереження космологіч-

ного прискорення, вимірювання кривизни Всесвіту, вимірювання густини баріонної компоненти, спостереження великомасштабної структури Всесвіту, дані за віком Всесвіту роблять неможливими абстрактні теоретичні вигадки, поширені до 1970-х років минулого століття.

Отже, сучасні наукові космологічні уявлення, без яких-небудь псевдонаукових домішок метафізики й езотерики, полягають у наступному.

Зараз є загальноприйнятим, що ми живемо у Всесвіті, який розширюється. 70 років тому цей факт, згодом багато разів підтверджений, був відкритий Габблом за результатами визначення швидкості розбігання галактик.



**Марія Рагульська**  
канд. фіз.-мат. наук,  
науковий співробітник  
Інституту земного магнетизму,  
іоносфери і розповсюдження  
радіохвиль ім. М.В. Пушкова  
Російської академії наук,  
м. Троїцьк Московської обл.,  
Росія

Вік нашого Всесвіту становить близько 13,7 мільярдів років, і в сучасну епоху він розширюється з прискоренням, хоча ще 4 млрд. років тому розширювався з уповільненням (вік Сонця — 6 млрд. років). Основні етапи історії Всесвіту, з'ясовані на 2001 р., описано в [1] (див. рис. Рис. 4 у попередній статті). Від перших моментів існування Всесвіту залишилися істотні сліди, найпомітніший з яких — т. зв. *фонове “реліктове випромінювання”* — *слабке електромагнітне випромінювання з температурою близько 3 К*, що надходить до Землі з усіх боків з приблизно однаковою інтенсивністю, локально *анізотропно* у просторі. Причиною могутнього першого поштовху, що послужив початком розвитку Всесвіту до сучасного стану через ланцюжок фазових переходів, є *флуктуації вакууму*, який володіє величезним негативним тиском.

На кінець 2005 року розрізняли 4 послідовні стадії в еволюції Всесвіту після її народження [2, 3]:

- інфляція
- радіаційно-домінувальна стадія
- матеріально-домінувальна фаза
- фаза прискореного розширення.

*Перехід від радіаційно-домінувальної стадії до матеріально-домінувальної* означало розділення випромінювання і речовини з народженням баріонної компоненти матерії.

*Баріонна частина Всесвіту* — це увесь доступний у відчуттях, який спостерігаємо ми, люди, матеріальний світ. З похибкою вимірювань у 4% за останні декілька років встановлено,

що 70% повної сьогоденної густини Всесвіту становить темна енергія, а 30% — темна матерія. А баріонний складник (тобто увесь звичайний для нас світ планет, зір і галактик) вносить до повної густини Всесвіту всього близько 4%, що становить рівень похибки вимірювань. У послідовності релятивістських фазових переходів основні масштабні розмірності нашого Всесвіту визначалися розподілом фрактальних флуктуацій темної матерії, в які (завдяки звичайному гравітаційному тяжінню), “звалювалися” баріонні частинки, утворюючи звичну для нашого ока картину розподілу зір і Галактик. До цього часу, якщо подивитися на тривимірну карту зоряного неба, можна побачити, що Галактики стягуються в якийсь порожній, темний центр, в якому не можна спостерігати скупчення реальної маси. Космічний вакуум можна асоціювати з темною енергією з негативним тиском і, відповідно, негативною гравітацією. *Розвиток Всесвіту — процес самоорганізації вакууму*, а баланс між позитивною і негативною гравітацією змінювався в процесі розвитку і в цей час такий, що призводить до розширення нашого сучасного Всесвіту.

Нав'язливе повторення автором словосполучення “наш Всесвіт” — не випадкове. Наш Всесвіт народився як флуктуація в просторово-тимчасовій піні (тобто з “нічого”, киплячого вакууму). Проте він не унікальний! Із-за квантової флуктуації випадковим чином відбувається постійне перетворення “киплячого вакууму” на окремі бульбашки Всесвітів, що роздуваються (двовимірна аналогія складної топології простору Всесвіту на стадії “киплячого вакууму” наведено на Рис. 1). Різні Всесвіти (що народжуються в суперпросторі, який зараз прийнято називати “мультиверс”) можуть мати різні значення фундаментальних фізичних констант, що призводить до кардинальної відмінності їхніх законів від законів нашого світу і неможливості безпосередніх спостережень за процесами, що відбуваються там. Процес “роздування” і розвитку окремих бульбашок — Всесвітів — шляхом колапсу або із-за квантових флуктуацій закінчується зворотним переходом до стану “киплячого вакууму”. Така картина не має меж і чудово відображена в роботах А. Лінде (див.

зокрема [4]). Це вічне кипіння, вічне народження нових Всесвітів, і вічне їх вмирання. *Приємною новиною* є той факт, що поєднання параметрів нашого Всесвіту *підібрано* так, щоб зробити його одним із довгожителів. Всесвіти зі значним відхиленням від наших параметрів у негативний бік ніколи не стануть макроскопічними, в позитивний — не зможуть утворити складних ядерних, хімічних і біологічних структур. *“Поганою” новиною* є прогноз неминучого колапсу нашого Всесвіту через 10–20 млрд. років.

Одна з найперспективніших космологічних теорій (*“теорія суперструн”*, [www.superstringtheory.com](http://www.superstringtheory.com)), що найповніше описує всю сукупність спостережуваних експериментальних даних, полягає в тому, що наш простір часу є 11-ти або 10-тимірним, в якому 6 або 7 вимірів згорнулися в звичні 4 виміри в процесі квантово-геометродинамічного переходу у момент народження Всесвіту. Цей процес *найбільш енергетично вигідний*. Можна уявляти наш Всесвіт і як 3-вимірну мембрану в просторі вищої розмірності. Але тоді реальні фізичні закони нашого світу залежать від геометрії прихованих додаткових вимірів (ідеї Калуци-Клейна). А це вже завдає серйозного удару, наприклад, по наявній класичній європейській парадигмі лінійного і однаково розподіленого часу і веде до прямих аналогій неминучої зумовленості макро — і мікроприродних циклів природи і суспільства особливостями внутрішньої будови простору-часу. Складна геометрія прихованих вимірів може бути зумовлена, у свою чергу, існуванням цілого спектра енергій вакууму, на що свого часу звернув увагу А.Д. Сахаров. Для оптимістів зауважу: навіть у цьому варіанті будови Всесвіту топологічні дефекти з різними розмірностями можливі, але вони не здатні до макроскопічних переміщень, що робить неможливим існування “машини часу” і схожих ефектів.

Отже, за сучасними науковими космологічними уявленнями (як оглядові можна порекомендувати роботи [5–7]), *наш Всесвіт — всього лише один із багатьох Всесвітів, що володіють різними фізичними законами і часом життя, безперервно народжуються і вмирають в Мультиверсі*. До того ж, навіть у ньому звичайний для людського сприй-

няття матеріальний баріонний світ (тобто всі планети, зорі і скупчення галактик) становить усього лише 4%, що в точності збігається з помилкою вимірювань загальної густини нашого Всесвіту.

Який удар по загальнолюдському самолюбству, чи не так? Наш Всесвіт народжений з флуктуації, а наш звичайний світ — всього лише помилка вимірів! Утіхою для прихильників *“антропного принципу”* може слугувати те, що до цього часу з декількох рівноправних космологічних математичних моделей учені вибирають ту, яка реалізує можливість існування саме *такого Всесвіту, в якому могла з'явитися людина*. Наявність складної внутрішньої структури звичного простору-часу, можливо, однозначно визначає не тільки закономірності ієрархічного функціонування природного навколишнього середовища, але і табулює існування жорстко визначених циклів в історичному, економічному і культурному розвитку людського суспільства. При цьому залишається відкритим *запитання, наскільки є маловірогідним процес природної реалізації всього ланцюжка розвитку матерії, необхідної для появи людства:*

— **маловірогідний Всесвіт, народжений з флуктуації (випадкових шумів) “киплячого вакууму”** —

— **ланцюжок флуктуаційних переходів, на рівні похибок вимірювання, що сформував систему атомів, яка існує навколо нас, хімічних елементів, звичних Галактик і рідну Сонячну систему** —

— **випадковий шумовий перехід з неорганічної матерії в органічну і розвиток життя на Землі** —

— **виникнення людини і далі дрібніші проблеми виживання і розвитку людства.**

Автор твердо стоїть на матеріалістичних природонаукових позиціях і вважає, що реалізація навіть такого маловірогідного ланцюжка подій можлива природним чином, і що завдання ученого — виявити взаємозв'язок у закономірностях функціонування різних рівнів такої системи. Проте для допитливих все-таки вважаю потрібним задати запитання, винесене в назву статті:

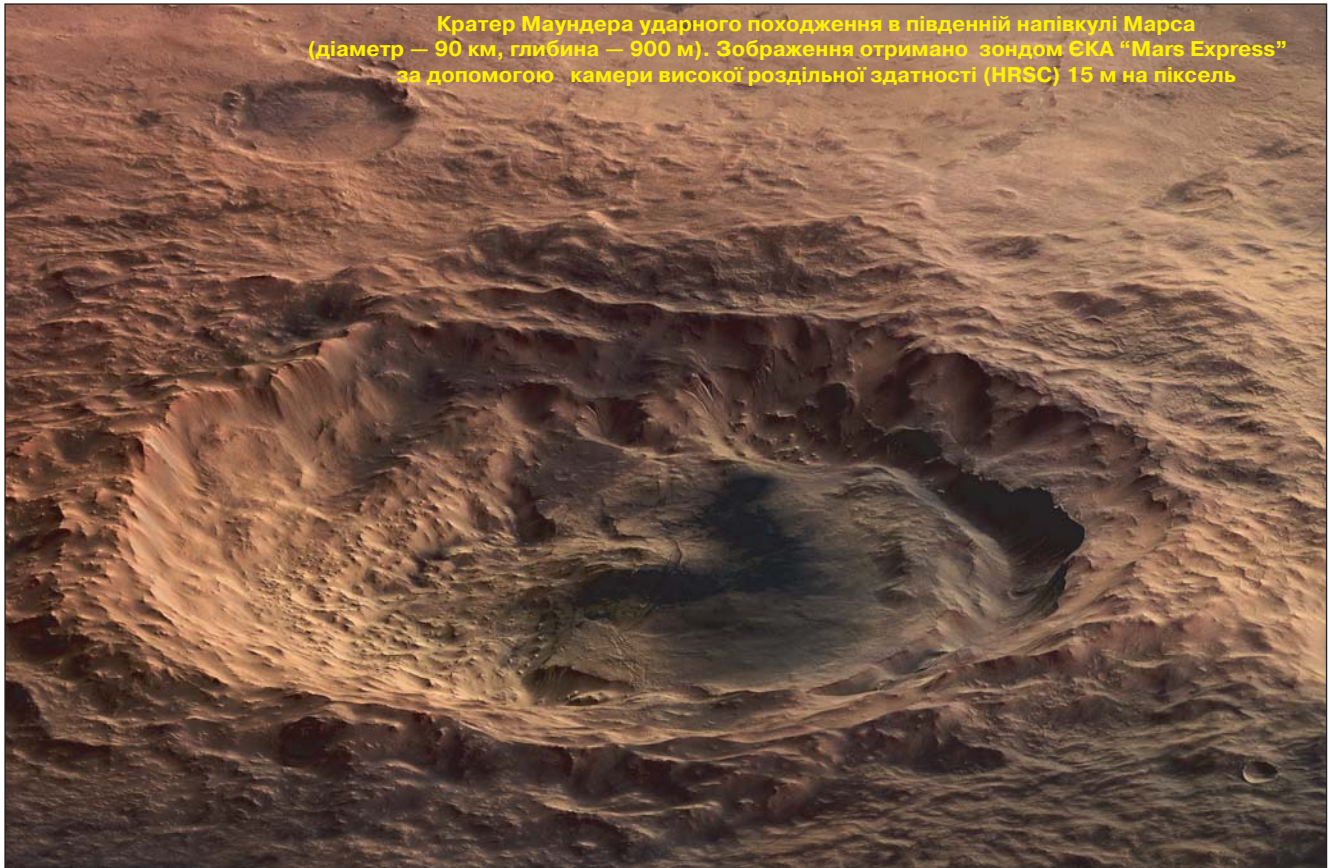
**“Хто або що керує Всесвітами?”**

#### Література

1. И.Д. Новиков. Инфляционная модель ранней Вселенной // Вестник РАН. — 2001. — т. 71, №10. — с. 886-899.
2. А. Старобинский. Доклад на Московском астрофизическом семинаре, 30 мая 2005 г.
3. В.В. Бурдюжа. Темная энергия, темная материя и светлое будущее космологии // Препринт ФИАН № 27, 2005 г.
4. R. Kallosh, A. Linde // *Astro-ph/0301087; JCAP 0302 002 (2003)*.
5. Н.Н. Латыпов, В.А. Бейлин, Г.М. Вершков. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная. — М.: МГУ, 2001.
6. А. Чернин // УФН. — 2001. — т. 171. — с. 1153.
7. А.О. Барвинский // УФН. — 2005. — т. 175. — с. 569.

# Астероїдна небезпека — міф чи реальність?

Кратер Маундера ударного походження в південній напівкулі Марса (діаметр — 90 км, глибина — 900 м). Зображення отримано зондом ЄКА "Mars Express" за допомогою камери високої роздільної здатності (HRSC) 15 м на піксель



**З**агроза зіткнення Землі з астероїдом чи кометою — сьогодні популярна тема, яку обговорюють вчені, політики, державні чиновники, військові та й взагалі, більшість пересічних жителів нашої планети. Ця популярність зумовлена тим, що за останні роки наукою отримано багато нових даних про астероїдно-кометну небезпеку та визначено нові підходи до її вивчення та можливої протидії. Окрім того, під впливом повідомлень ЗМІ щодо зіткнення у 2036 році астероїда 99942 Апофіс із Землею, у суспільстві відбулася переоцінка важливості такої небезпеки та масштабів можливої катастрофи (див. статтю Д. Лупішка в журналі "Universitates" за цей рік).

Зіткнення Землі з малими космічними тілами відбувалися протягом всієї історії нашої планети. На ранніх етапах еволюції Землі інтенсивність таких зіткнень була дуже велика. З часом вона значно знизилася, але все-таки не стала такою, якою можна знехтувати. Збереглося багато свідчень падіння на Землю великих (розміром більше 1 км) космічних тіл. На суші та морському дні знайдено понад 200 кратерів — слідів таких падінь. Вони досить добре описані у фаховій літературі.

Наведемо приклади. "Кратер Чиксулуб" у Мексиці (діаметр 180 км) виник 65 млн. років тому внаслідок падіння космічного тіла діаметром 10 км. Вважають, що ця подія була причиною вимирання 80% усіх видів живих організмів, зокрема динозаврів. Так звана Тунгуська катастрофа, яка сталася 30 червня 1908 року і була зумовлена,

за найбільш вірогідною гіпотезою, вибухом космічного тіла діаметром 100 км на висоті 6-8 км, призвела до лісопалу на території 2 тис. км<sup>2</sup> (див. статтю А. Відьмаченка та ін. у журналі "Світогляд", №6, 2008)

Очевидно, що падіння таких космічних тіл на Землю є серйозною загрозою для всієї земної цивілізації. Цікаво простежити, як змінюється ставлення науковців та і людей взагалі до цієї проблеми упродовж останнього десятиліття.

15 років тому в газетах "Урядовий кур'єр" (за 28 вересня 1995 р.) та "Дзеркало тижня" (за 16 листопада 1996 р.) опубліковано мої статті (друга разом із проф. Д. Лупішком) "Астероїдна небезпека — міф чи реальність?". З того часу відбулося багато змін, зокрема виконані міжнародні програми з виявлення та моніторингу небесних тіл, які наближаються до Землі, запропоновані методи та засоби протидії можливим зіткненням таких тіл із Землею. Сьогодні у світі проводять регулярні конференції з цієї проблематики, публікують спеціальні монографії та статті. Для порівняння, як змінилися думка в цій царині знань, ми наведемо нижче окремі цитати з цих статей. А також пропонуємо Вам цікаву статтю про астероїдно-кометну небезпеку, підготовлену відомими науковцями Б.М. Шустовим і Л.В. Рихловою з Інституту астрономії РАН ("Вісник РАН", 2009, т. 79, №7), яку подаємо тут з дозволу авторів у скороченому вигляді.

Ярослав Яцків,  
головний редактор



*У липні 1994 року відбулося надзвичайно рідкісне астрономічне явище в Сонячній системі — падіння на поверхню Юпітера комети Шумейкера-Леві (ШЛ-9).* Комета мала незвичний вигляд, і наступні спостереження показали, що вона розщеплена на багато окремих шматків (їх було 21, причому найбільші з них мали розміри в декілька кілометрів). Обчислення орбіти комети показали, що в липні 1992 р. монолітне ядро комети потрапило в зону дії припливних сил Юпітера і було розірване на шматки. Ці уламки спочатку перейшли на орбіту супутника Юпітера, а потім зі швидкістю близько 60 км/с падали на його поверхню. Ймовірність цієї події, розрахована спеціалістами за один рік до її фіналу, оцінювалася рівною 99.9%. Водночас імовірність зіткнення будь-якого кометного ядра з Юпітером надзвичайно мала — не перевищує однієї мільйонної частки відсотка. У зв'язку з цим явищем деякі люди з дуже розвиненою уявою передрікали навіть кінець світу. Але, не дивлячись на те, що енергія вибухів була еквівалентною сотні мільйонів тонн відомої вибухівки — тринітро-толуолу — наслідки падіння на Юпітер комети ШЛ-9 мали швидше “косметичний” характер. Були зафіксовані спалахи в атмосфері планети, бурхливі процеси в місцях зіткнення, переміщення речовини зі швидкостями до 600 км/с, велетенські плями та інші явища. Зараз великий обсяг інформації, отриманий як наземними, так і космічними засобами, — в процесі обробки. Це дасть змогу науковцям отримати нові дані про ядра комет та процеси, що відбуваються при їх зіткненні з масивними тілами. Це явище примушує нас по-іншому дивитися на реальну загрозу падіння на Землю комети чи астероїда, — ставшись на Землі, воно було б фатальним для земної цивілізації. Вивчення кратерів на Землі та інших планетах свідчить, що процес бомбардування цих планет не завершився на стадії формування Сонячної системи, а триває і досі.

*Астероїди — потенційні вбивці.* Крім широковідомого пояса астероїдів, що міститься між орбітами Марса і Юпітера, є так звані астероїди, що наближаються до Землі (АНЗ), або, точніше, орбіти котрих перетинаються з орбітою Землі. Астрономи вважають, що існує близько 400 АНЗ, діаметр котрих більший за 2 км, і близько 2000, діаметр котрих перевищує 1 км. У доповіді НАСА Конгресу США вказано, що мінімальна маса астероїда, здатного викликати глобальну катастрофу на Землі, дорівнює кільком десяткам мільярдів тонн, що відповідає астероїдам з діаметром 1 км.

Яка ймовірність того, що таке падіння астероїда на Землю відбудеться в найближчі 10 років? Підрахунки показують, що вона досить мала (приблизно один випадок на сто тисяч років). До того ж, якщо врахувати, що тільки 2-3 відсотки поверхні Землі є заселеними, то ймовірність падіння астероїда на заселену територію буде ще меншою. Чи були подібні зіткнення в нашому столітті? Так, були. Відомий Тунгуський метеорит, що впав у Сибіру 1908 р., призвів до вибуху в повітрі над тайгою з енергією 20 водневих бомб. Сіхоте-Алінський метеорит, що впав в уссурійській тайзі 1947 р., мав вагу близько 100 тонн, а Пікскільський метеорит, що впав у штаті Нью-Йорк (США) в 1992 році, важив тільки 27 фунтів. Підрахунки показують, що ймовірність того, що тіло, подібне до Тунгуського, протягом року впаде де-небудь на Землю, не така вже і мала. Вона дорівнює близько одній десятій відсотка. Але хоча зауважити, що ці підрахунки зроблені при допущенні, що всі АНЗ вже відкриті. На жаль, це не так. Тільки 5-6 відсотків загального числа АНЗ з діаметром більше 1 км занесені до каталогів і їхні орбіти більш-менш точно відомі. Один із них — АНЗ 4179 Тоутасіс в грудні 1992 р. наробив багато галасу. До речі, його спостерігали радіолокаційним методом за допомогою великого радіотелескопа РТ-70 Центру далекого космічного зв'язку, що в Євпаторії.

*“Небезпека глобальна, але не нагальна”.* Так вважає більшість людей, які хотіли би взагалі не знати про цю небезпеку, оскільки її не можна зараз відвернути. Нагадаю, що передові країни світу розробляють системи захисту від стихійного лиха (землетруси, шторми, повені тощо), якщо такі події відбуваються не рідше, ніж раз на 100 років. У випадку з астероїдною небезпекою маємо одну подію на 10 чи 100 тисяч років. Тобто ця категорія небезпечних явищ не підпадає під звичайне планування захисту людей від стихій. Крім того, список “земних бід” на цьому не вичерпується, бо людство зараз переживає важкі часи через глобальне потепління та зміни клімату, втрату озону та ядерну небезпеку, інфекційні хвороби, етнічні конфлікти і т. ін. Всі ці проблеми вимагають нагального вирішення та великих ресурсів. Чи тут до астероїдної небезпеки? Дослідження показують, що нагальнішими проблемами порівняно з астероїдною небезпекою можуть бути тільки ядерна війна та розповсюдження СНІДу.

*Чи є вихід?* Над проблемою астероїдної небезпеки працюють міжнародні групи вчених, розпочато масштабні спостереження, програми, запропоновані різні варіанти відвернення цієї загрози (вибух ядерної бомби поблизу астероїда, зміна траєкторії АНЗ з допомогою ракетної техніки чи сонячного вітру та ін.).

Очевидно, що розв'язання цієї проблеми вимагає колосальних капіталовкладень, розвитку нових технологій, вирішення цілої низки соціальних, юридичних та інших проблем. Очевидно також, що знайдеться багато тих, хто скаже: “Для чого викидати гроші в космос?”. Таким можна тільки нагадати долю динозаврів, які вимерли, як вважають, після падіння гігантського тіла на Землю 65 мільйонів років тому. Не підлягає сумніву, що розв'язання цієї проблеми не під силу одній державі, хоч якою б вона багатою не була. Це проблема майбутнього співтовариства передових країн світу. Проблема XXI століття. Тому НАСА створило спеціальну робочу групу на чолі з *Ю. Шумейкером*, яка повинна розробити програму відповідних досліджень. В Росії створено Міжнародний інститут проблем астероїдної небезпеки, який фінансується Фондом фундаментальних досліджень. Мова йде про те, що, перш ніж розробляти системи захисту від астероїдної небезпеки, необхідно все знати про цю небезпеку. Тут не обійтися без виконання великих наземних та космічних програм досліджень.

*При чому тут Україна?* Українські науковці добре себе зарекомендували при виконанні програм космічних досліджень комет і астероїдів, наземних спостережень падіння комети ШЛ-9 на Юпітер та інших досліджень Сонячної системи. В Києві, Харкові та Криму створена унікальна база спостережень і підготовлені висококваліфіковані кадри. Мені здається, що завдання українських науковців полягає в тому, щоб інформувати громадськість про такі небезпечні явища природи, а також докласти зусиль до їх вивчення. Україна — космічна держава, і я сподіваюся, що вона зможе взяти участь у майбутньому міжнародному проекті, від реалізації якого залежатиме подальша доля людської цивілізації.

# АСТЕРОЇДНО-КОМЕТНА НЕБЕЗПЕКА: *нові підходи*



**Борис Шустов**  
доктор фіз.-мат. наук,  
член-кореспондент РАН,  
директор Інституту  
астрономії РАН,  
м. Москва, Росія



**Лідія Рихлова**  
доктор фіз.-мат. наук,  
завідувач відділу  
Інституту астрономії РАН,  
м. Москва, Росія

Упродовж багатьох століть можливість зіткнення із Землею досить великих космічних тіл — астероїдів і комет розміром не менше декількох десятків метрів — залишалася предметом вивчення астрономії й суміжних фундаментальних наук, тобто науковою проблемою, досліджуваною досить вузьким колом фахівців. Наприкінці ХХ ст. ситуація почала змінюватися: з появою спеціалізованих програм стало можливим спостереження малих тіл, і нова інформація змусила по-іншому глянути на проблему астероїдно-кометної небезпеки. Від часу попередньої публікації статті на цю тему в "Віснику РАН" [1] відбулася переоцінка масштабів проблеми, стала очевидною необхідність глибшого її вивчення й розвитку міжнародної кооперації. Крім спеціальних наукових конференцій проблему астероїдно-кометної небезпеки регулярно розглядають в ООН, уряди й парламенти провідних країн світу та впливові неурядові організації. Звичайно, провідні країни, насамперед США, вкладають усе більше коштів у розробку методів виявлення й моніторингу об'єктів, що зближуються із Землею, і в пошук способів протидії загрози зіткнень таких тіл з нашою планетою.

Зіткнення Землі з малими тілами відбувалися завжди. На ранніх стадіях інтенсивні зіткнення призвели до зростання маси протопланет — згустків у протосонячній системі — і до появи нашої планети в результаті росту одного зі згустків. Інтенсивність зіткнень у ближчі до нас епохи істотно знизилася, але все-таки не стала нехтовно малою. У геологічній історії збереглося багато свідчень падіння на Землю великих і дуже великих (розміром більше 1 км) тіл. Такі події призводять до виділення колосальної енергії. У результаті на поверхні планети утворюються кратери, діаметр яких у 15-20

разів перевищує розміри тіла, що впало. *На Землі — на суші й на дні океану — виявлено близько 200 кратерів — слідів подібних катастроф. Діаметр деяких кратерів понад 200 км. Кратер Чиксулуб у Мексиці (діаметр 180 км) утворився 65 млн. років тому при падінні 10-кілометрового тіла. Уважається доведеним, що ця подія стала причиною вимирання більше 80% всіх видів живих істот, зокрема повного вимирання динозаврів, і ознаменувала перехід від крейдового періоду мезозойської ери до третинного періоду кайнозою.*

Звичайно, більшість космічних тіл, що зіштовхуються із Землею, падають в моря й океани. До теперішнього часу виявлено не більше 20 кратерів, які виникли при падінні тіл у море. Причина малої кількості підводних кратерів пояснюється як відносною молодістю морського дна, так і його недостатньою дослідженістю. Більшість ударних кратерів, що колись утворилися (і на суші, й на морському дні), зникли внаслідок різних ерозійних процесів. На поверхні Місяця й інших планет, супутників планет й астероїдів, де інтенсивність цих процесів мала, спостерігають численні ударні кратери, які можна розглядати як історичний літопис наслідків зіткнень у дуже давні й не дуже давні часи.

Падіння відносно великих тіл на планети Сонячної системи — процес, далекий від завершення, про що свідчать падіння в 1994 р. *комети Шумейкера-Леві 9* на Юпітер і, звичайно ж, *Тунгуська подія*. Остання відбулася 30 червня 1908 р. у важкодоступному й досить малонаселеному районі Сибіру, але стала серйозним попередженням для жителів усієї планети. Потужний вибух на висоті близько 6-8 км призвів до повалення лісу (приблизно 80 млн. дерев) на території понад 2 тис. кв. км. Як було досліджено пізніше, енергія вибуху склала до 15 Мт у тринітродуловому еквіваленті. Лише через

майже 20 років до місця вибуху були організовані професійні експедиції на чолі з Л. Куликом. Вивчення цього феномена переконало більшість дослідників у тім, що Земля зіштовхнулася з невеликою кометою, що складалася в основному з льоду. Саме тому поки не вдалося відшукати залишки Тунгуського тіла. До речі, часто використовується (навіть у професійній літературі) назва “Тунгуський метеорит” некоректна, оскільки метеорит, за визначенням, — це збережений залишок небесного тіла, а у випадку Тунгуської події залишки не знайдені. Більш вдало було б називати Тунгуське тіло “метеороїдом”. Тунгуський метеороїд

носно Землі, кута падіння, мінералогічного складу, місця падіння (океан, суша) і т. ін. Відносно дрібні тіла (кілька десятків метрів у діаметрі) звичайно повністю або частково руйнуються в атмосфері. Але вибухова хвиля, що при цьому утворюється, здатна призвести до серйозних локальних руйнувань (наслідки приблизно такі ж, як і під час вибуху потужної термоядерної бомби). Падіння тіл розміром у сотні метрів призводять уже до регіональних катастроф, що охоплюють площі в десятки й сотні тисяч квадратних кілометрів. Нарешті, якщо розміри тіла перевищують кілька кілометрів, наслідки зіткнення будуть мати характер

хунку числа кратерів у різних районах Місяця висновок про те, що *частота падіння на Землю космічних тіл дуже залежить від їхніх розмірів (табл. 1). Скажімо, падіння тіл розміром від 1,5 км і більше трапляються в середньому 1 раз на 1 млн. років.* Регіональні катастрофи різних масштабів, які є наслідком падіння космічних тіл розміром у сотні метрів, відбуваються в середньому 1 раз на кілька десятків-сотень тисяч років.

#### *Що ж нам відомо про сучасний рівень загрози?*

Перш ніж відповісти на це питання, дамо деякі визначення. Під об'єктами, що зближаються із Землею, розуміють астероїди й комети, чії орбіти мають перигелійні відстані, менші 1,3 астрономічної одиниці (а.о.), тобто близько 195 млн. км. З їх числа виділяють потенційно небезпечні об'єкти, орбіти яких у нашу епоху зближуються з орбітою Землі до мінімальної відстані, що не перевищує 0,05 а.о. (7,5 млн. км). Підставою для того, щоб вважати тіла потенційно небезпечними на орбітах, які проходять від Землі на відстані до 20 радіусів місячної орбіти, є такі обставини. По-перше, у таких межах можна чекати в доступному для огляду майбутньому зміни відстаней між орбітами під впливом планетних збурювань, а по-друге, ця ж відстань відповідає характерному масштабу ділянки невизначеності орбіти малого тіла при прогнозуванні на кілька сотень років наперед внаслідок неточного знання параметрів його руху в сучасну епоху. При істотній імовірності зустрічі астероїда із Землею такий об'єкт вважається загрозливим.

Інформація про розподіл об'єктів, що зближаються із Землею, за розмірами, оцінюваною середньою енергією зіткнень і частотою зіткнень наведена на рис. 1 (адаптований з [3]). Для спостерігачів важливою характеристикою є абсолютна астероїдна зоряна величина (не треба плутати цю величину з абсолютною зоряною величиною, прийнятою в астрофізиці). Це видима, тобто визначувана у фотометричній смузі V, зоряна величина астероїда (або комети), спостережуваного з відстані в 1 а. о. Зрозуміло, що якщо мати інформацію про точну форму й відбивальні характеристики світла малого тіла, то, знаючи його абсолютну зоряну величину, можна визначити його розмір. Для середньої величини 0,15 відбивальної здатності розмір сферичного тіла, що має 22-ю абсолютну зоряну величину, оцінюється приблизно в 140 м. Як ми вже відзначали, тіла подібного розміру становлять на тимча-



міг бути й кам'яним. Згідно з численними експериментами, при типових міцностях кам'яних метеоритів й аеродинамічних навантажень у сотні атмосфер подрібнення метеороїда могло бути настільки ефективним, що він фрагментувався на дрібні уламки, які піддалися при русі в земній атмосфері повній абляції [2].

Особливість сучасної оцінки цієї події 100-літньої давнини полягає в тому, що, очевидно, при падінні на сушу саме тіла розміром 50-100 м (200 м при падінні в океан) становлять найбільшу загрозу на розумному інтервалі часу (скажімо, на шкалі існування людства, тобто 100-300 тис. років). Для оцінки такої загрози потрібно визначити руйнівний ефект від падіння тіла й частоту зіткнень. Руйнівний ефект зіткнення залежить від ряду факторів: розміру тіла, швидкості від-

глобальної катастрофи. При цьому вже не має значення, у якому саме місці земної поверхні відбудеться зіткнення. У результаті первинного удару й наступного каскадного бомбардування виникне “букет” катастрофічних наслідків — урагани, пожежі, землетруси, найпотужніші цунамі, грязьові й кислотні зливи, короткочасне, але дуже сильне (сотні градусів) нагрівання атмосфери й т. ін. Подібне зіткнення призведе до тривалого (багато місяців) порушення клімату всієї планети (ефект “ядерної зими”).

Жертвою подібної катастрофи може стати більша частина населення Землі. Тіла розміром більше 10 км здатні безповоротно знищити людську цивілізацію. Однак такі події дуже рідкісні. Статистика вже відкритих астероїдів підтвердила й доповнила раніше зроблений на основі підра-

совій шкалі людської цивілізації найбільшу загрозу.

Кількість відомих об'єктів, що зближаються із Землею і є потенційно небезпечними, швидко зростає. На рис. 2 видно, як різко зріс темп виявлення астероїдів, що зближаються із Землею, після 1998 р. Це пов'язано з початком американської програми "Космічна варта" ("Spaceguard Survey"), що одержала підтримку, в тому числі помітну фінансову (не менше 50 млн. дол. США), з боку Конгресу США. При цьому НАСА зобов'язали докласти зусилля, щоб протягом 10 років відкрити не менше 90% астероїдів, що зближаються із Землею, розміром понад 1 км. До початку 2009 р. це завдання вважається близьким до закінчення виконання.

За даними Центру малих планет при Міжнародному астрономічному союзі (Кембридж, Массачусетс), *за станом на середину 2008 р. виявлено 5 515 об'єктів, що зближаються із Землею, серед них 5 450 астероїдів і 65 комет. З них потенційно небезпечні 959.* Із загальної кількості виявлених астероїдів близько 800 мають розмір більше 1 км (понад 150 таких астероїдів класифікуються як потенційно небезпечні). Серед об'єктів, що зближаються із Землею, комет небагато, але необхідно враховувати, що прогнозувати їхній рух дуже складно. Короткоперіодичні комети (періоди обігу до 200 років) порівняно нечисленні, однак прогноз їхнього руху ускладнюється впливом негравітаційних ефектів. Довгоперіодичні комети виявляються в кращому випадку лише за кілька місяців чи за рік до їхньої появи в околі Сонця. Наприклад, комета 3/1983 H1 (IRAS-Араки-Аллок) з орбітальним періодом 963,22 року, яка була відкрита 27 квітня 1983 р., вже через два тижні (11 травня 1983 р.) пролетіла біля Землі на відстані 0,0312 а.о. [4]. Зазначимо, що такі комети мають велику швидкість відносно Землі. Ядра їх можуть до того ж розпадатися на великі фрагменти. Все це істотно ускладнює питання про протидію можливому падінню комет на Землю.

З розподілів, наведених на рис. 1, можна оцінити загальне число потенційно небезпечних об'єктів: близько  $2 \times 10^4$  розміром більше 140 м і близько  $2 \times 10^5$  розміром більше 50 м. Ці оцінки набагато (для малих тіл — у сотні разів!) перевищують число відомих об'єктів. Такий ступінь нашої поінформованості про конкретні тіла, які можуть становити для Землі певну загрозу. У табл. 2 наведено інформацію про шість найнебезпечніших, відомих на кінець 2008 р. астероїдів.

У Табл. 2 наведені позначення астероїда; період (інтервал років у цьому столітті) найнебезпечніших зближень із Землею даного астероїда; число таких зближень за зазначений період; кумулятивна ймовірність зіткнення; швидкість (V); абсолютна астероїдна зоряна величина (H); діаметр астероїда; оцінка ступеня ризику за так званою Палермською технічною шкалою (кумулятивна й максимальна); подібна ж оцінка за простішою і зрозумілішою населенню Туринською шкалою.

Оцінка загрози — досить важливий складник проблеми астероїдно-кометної безпеки, оскільки недооцінка ризику може призвести до найтяжчих наслідків глобального масштабу, а переоцінка — до колосальних даремних втрат, не тільки матеріальних, але й соціальних. Потрібний досить зважений науковий підхід, тому відповідальність науки перед суспільством дуже висока. *У Туринській шкалі, що пов'язує кінетичну енергію (спрощено можна вважати — розмір) тіла, що загрожує, й імовірність зіткнення, налічується 11 ступенів ризику.* Ступінь ризику 0 означає, що немає жодної загрози, тобто зіткнення або не відбудеться взагалі, або тіло настільки мале, що зіткнення не буде небезпечним. Ступені 8-10 означають неминуче зіткнення й катастрофу — від локальної (ступінь 8) до глобальної (10). Шкала нагадує прийнятну в низці країн шкалу ступеня загроз державного масштабу ("жовтогаряча", "червона" і т. ін.).

*Палермська шкала (введена в [5]) вважається детальнішою, ніж Туринська, особливо при оцінці ступеня загрози, що класифікується за Туринською шкалою ступенями від 0 до 2.* Палермська шкала є десятиковим логарифмом відносного ризику R, що визначається як  $R = P_i (f_3 DT)$ , де  $P_i$  — імовірність зіткнення для конкретного випадку,  $DT$  — час у роках до очікуваної події,  $f_3 = 0,02 > E^{-4/5}$  — число зіткнень на рік з енергією не менш E (у Мт тринітрогену). Ця залежність уточнюється в міру появи нових даних. Безперечно, оцінки ризику як за Туринською, так і за Палермською шкалами є загальними (фоновими). При реальній зарозі критерії оцінки ступеня загрози для найбільших тіл повинні бути диференційовані і враховувати конкретне місце падіння, дату й час події, а також багато інших важливих обставин. Поки що стандартів тут не існує.

Астероїди в табл. 2 розташовані в порядку зменшення ступеня ризику зіткнень Землі з ними за Палермською

шкалою (кумулятивною). Зазначимо, що уточнені оцінки ступеня ризику зіткнення для всіх відомих потенційно небезпечних об'єктів за Туринською шкалою не перевищували 1, а за Палермською шкалою — 1,8. Це означає, що всі ці об'єкти й потенційні випадки їхнього зближення із Землею — предмет вивчення для спеціалістів, але самі по собі не становлять скільки-небудь серйозної підстави для тривоги всього суспільства. На жаль, в останні роки багато ЗМІ грішать публікацією неперевіраних матеріалів про катастрофічні зіткнення з кометами й астероїдами в найближчому майбутньому. Це звичайні негативні риси ситуації, коли наукова проблема стає "модною". І все-таки ще раз підкреслимо: наші знання про потенційно небезпечні об'єкти не дають гарантії, що завтра, через рік, через десятиліття не буде виявлено об'єкт, набагато більш небезпечний, ніж уже відомі. До того ж, через обмеженість сучасних можливостей спостереження небезпечні тіла відкриваються практично завдяки щасливому випадку.

Наочний приклад — *відкриття астероїда Apophis*, що став уже знаменитим. Виявлений у 2004 р. потенційно небезпечний об'єкт 2004 MN4=(99942) Apophis діаметром 200-350 м в 2029 р. пройде близько від Землі. Активно досліджується можлива еволюція орбіти цього астероїда. Відповідно до результатів численних розрахунків, у 2029 р. астероїд пройде на відстані 36,1-39,2 тис. км від Землі. Він має ненульову ймовірність зіткнутися із Землею у 2036 р. Цікавим уявляється існування так званої зони резонансного повернення (в англ. літературі використовується метафоричний термін "keyhole" — "замкова щілина"). Розмір такої зони менше 1 км. Якщо Апофіс пролетить саме в "замкову щілину" (імовірність події оцінюється приблизно в  $2 \times 10^{-5}$ ), то в 2036 р. він гарантовано зіткнеться із Землею (рис. 2).

Очевидно, що насамперед необхідно вдосконалювати засоби й методи спостережень небезпечних тіл. У США вже діють кілька спеціалізованих служб і щороку фінансуються роботи з виявлення, каталогізації, визначення фізичних характеристик потенційно небезпечних об'єктів. Постійно вивчають способи запобігання або зменшення масштабів загрози таких зіткнень. Безперечно, значна частина інформації про дослідження цих проблем пов'язана з розвитком військових технологій, тому висвітлюється у відкритій пресі неповно. З міжнародних проектів з виявлення об'єктів, що зближаються із Землею, варто згадати

**Таблиця 1. Частота й результати зіткнень малих тіл із Землею**

Об'єкт	Розмір	Частота, разів у ... років	Розмір кратера, км	Результат зіткнення з Землею
Пилінка	$D < 0,1 \text{ см}$			Пилінка $D < 0,1 \text{ см}$ Згоряє в атмосфері або випадає на планету
Метеороїд	$0,1 \text{ см} < D < 0,5 \text{ м}$			Згоряє в атмосфері
	$0,5 \text{ м} < D < 20\text{-}30 \text{ м}$			Долітає до Землі з малою швидкістю
	$> 30 \text{ м}$	250	Немає $> 0,5$	Тунгуська подія Аризонський кратер
Астероїд (комета)	$> 100 \text{ м}$	5 тис.	$> 2$	Регіональна катастрофа
	$> 1 \text{ км}$	600 тис.	$> 20$	Глобальна катастрофа
	10 км	100 млн.	200	Загибель цивілізації

проекти Японії, країн Євросоюзу й Австралії.

Внесок російських обсерваторій, на жаль, поки невеликий. Це, в першу чергу, проведення досліджень фізичних властивостей астероїдів, що досить важливо для планування можливих методів запобігання зіткненню, а також спостереження за вже відкритими об'єктами й вивчення джерел їхнього поповнення. Регулярні спостереження астероїдів, що зближаються із Землею, наразі проводяться тільки в Пулковській обсерваторії на автоматизованому телескопі діаметром 32 см. У 2001–2007 рр. отримано понад 8 000 положень приблизно для 700 таких астероїдів і близько 2 000 положень комет. Середня точність спостережень становить  $0,1''\text{--}0,4''$ . У світовому рейтингу цей інструмент займає 18-е місце з 680 телескопів. Програми спостережень астероїдів, що зближаються із Землею, виконуються й в інших обсерваторіях Росії. Відзначимо роботу співробітників Казанського університету на телескопі РТТ-150, установле-

ному в Туреччині. Казанські колеги не тільки проводять позиційні виміри астероїдів, що зближаються із Землею, але й визначають маси обраних астероїдів динамічним методом. Епізодичні програми спостережень здійснюються в Інституті сонячно-земної фізики Сибірського відділення РАН й у Спеціальній астрофізичній обсерваторії РАН.

Що стосується тіл класу метеороїдів, то в останні 15 років співробітники Інституту астрономії РАН регулярно спостерігають (на інструментах Звенигородської обсерваторії, Симейської обсерваторії — відділення Кримської астрофізичної обсерваторії, Терскольської обсерваторії) обраних метеорних потоків з метою виявлення тіл розміром у кілька десятків метрів. Те, що такі тіла існують, було встановлено в 1995 р. Це відкриття внесло істотні зміни в наші уявлення про ступінь загрози зіткнень із малими тілами (докладніше див. [6]).

Радарні спостереження окремих об'єктів, що зближаються із Землею,

виконуються на радіотелескопах у Голдстоуні й Аресібо США. Щорічно спостерігають 10–15 об'єктів. Такі спостереження винятково важливі для уточнення орбіт об'єктів, моделювання їхньої форми, обертання й інших фізичних характеристик. У Росії й Україні проведено перший експеримент з радарних та інтерферометричних спостережень астероїдів.

Обробку всієї інформації, що надходить, про спостережені положення об'єктів, присвоєння їм попередніх позначень, ідентифікацію, визначення попередніх орбіт та їх наступне уточнення контролює Центр малих планет. Центр публікує також інформацію про об'єкти, які потребують додаткових спостережень для підтвердження їхнього відкриття, уточнення орбіт й інших характеристик. Прогнозування руху потенційно небезпечних об'єктів, пошук їхніх тісних зближень із Землею й одержання оцінки ймовірності зіткнень протягом найближчих десятиліть здійснюються наразі регулярно в Лабораторії реактивного руху

**Таблиця 2. Найближчі проходження астероїдів у XXI ст\* \* <http://neo.jpl.nasa.gov/risk/>**

Об'єкт	Роки	Кількість можливих зіткнень	Імовірність зіткнень (кумуля.)	V, км/с	H, м	Діаметр, км	Шкала Палермо (кумуля.)	Шкала Палермо (макс.)	Шкала Турин. (макс.)
2007 VK184	2048-2057	4	$3,4\text{e-}04$	15,63	22,0	0,130	-1,82	-1,83	1
99942 Арофис (2004 MN4)	2036-2069	3	$2,3\text{e-}05$	5,87	19,7	0,270	-2,41	-2,42	0
2004 XY130	2009-2107	87	$5,0\text{e-}07$	3,06	19,1	0,503	-2,73	-2,80	0
2008 WK96	2024-2031	2	$6,3\text{e-}05$	11,84	23,0	0,085	-2,75	-2,75	0
2008 AO112	2009-2099	46	$3,9\text{e-}07$	3,20	20,2	0,310	-2,88	-2,89	0
1994WR12	2054-2106	121	$9,1\text{e-}05$	9,84	22,4	0,110	-2,99	-3,92	0

США й у Пізанському університеті (Італія). У низці дослідницьких центрів Росії (Санкт-Петербурзькому державному університеті, Томському державному університеті, Інституті прикладної математики ім. М.В. Келдиша РАН та ін.) досліджуються особливості руху потенційно небезпечних небесних тіл. В Інституті прикладної астрономії РАН разом із Центром малих планет працюють над розвитком і підтримкою банку даних про малі тіла Сонячної системи.

Нині завдання виявлення потенційно небезпечних об'єктів перебуває на іншому, порівняно з 1998 р., рівні. У США підготовлена (але поки що не схвалена конгресом) програма "Космічна варта-2", де заплановано протягом 15 років виявити практично всі потенційно небезпечні об'єкти розміром більше 140 м. Для розв'язання цього завдання, очевидно, необхідне створення потужної міжнародної спостережної мережі, і Росія, звичайно, має зайняти в ній своє місце.

У світі вже побудовано досить багато великих астрономічних телескопів, але вони, на жаль, не придатні для розв'язання пошукових завдань. Оптимальні параметри наземних телескопів, призначених для виявлення об'єктів, що зближуються із Землею, розміром до 140 м, такі:

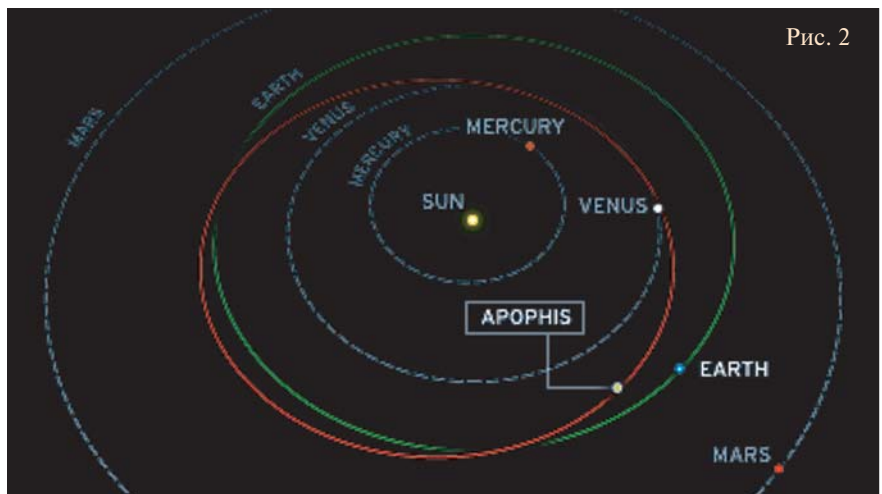
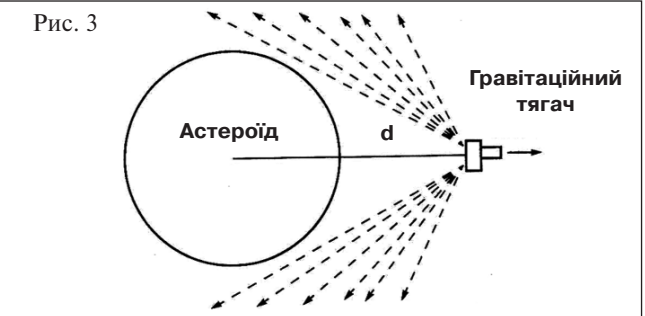
- поле зору не менше декількох (бажано десяти) квадратних градусів;
- здатність проникнення не гірше 22-ї зоряної величини при експозиціях не більше декількох десятків секунд, тобто необхідний діаметр апертури телескопа повинен бути не меншим 1-2 м;
- кількість ясних ночей з хорошою якістю зображення не менше 50 % на рік;
- потужне комп'ютерне устаткування й математичне забезпечення для одержання оперативної інформації про нові об'єкти протягом ночі й остаточної обробки її до початку наступної ночі;
- оперативний зв'язок з іншими обсерваторіями.

За рубежом незабаром стануть до ладу кілька спеціалізованих, тобто спроектованих, які працюють на тематику астероїдно-кометної небезпеки, інструментів. На Гаваях завершується будівництво телескопів серії Pan-STARRS. Це чотири телескопи з апертурою 1,8 м. Поле зору кожного телескопа — 3°, ПЗС-приймач має величезні розміри — 1,4 млрд. пікселів. За 60 секунд можна досягти 24 зоряної величини. У режимі оглядового пошуку телескопи здатні покрити всю доступну площу неба тричі протягом мі-

сяця. Перший телескоп цієї серії вже працює. Заплановано створення ще потужніших інструментів для робіт із проблеми астероїдно-кометної небезпеки. Назвемо проєкт 4,2-метрового телескопа ДКТ (the Discovery Channel Lovell Telescope) Обсерваторії (США). Його оптична система допускає перемикання від ультраширокого поля зору в первинному фокусі, використовуваного при оглядах неба, до довгофокусної системи, призначеної для астрофізичних досліджень. У первинному фокусі поле зору телескопа в 16 разів перевищує площу повного Місяця. Очікують, що телескоп запрацює в 2010 р.

Ще більший, 8-метровий телескоп класу LSST (The Large Synoptic Survey Telescope) призначений для виконання оглядів неба. Його унікальна оптична система здатна кожні 15 секунд оглядати ділянку неба, яка в 50 разів

перевершує за площею повний Місяць, з реєстрацією об'єктів до 24,5 зоряної величини. Цифрова камера телескопа буде мати 3x10<sup>9</sup> пікселів, а повний обсяг інформації, одержуваний протягом однієї ночі, буде еквівалентним 7 000 DVD-дисків (ці диски ємністю 4,7 Гбайт відомі практично кожному, оскільки на них розповсюджують фільми, музику й т. ін.). Перед-



**Рис. 1.** Розподіл об'єктів, що зближуються із Землею (ОЗЗ), за розмірами оцінюваної середньої енергії зіткнень і частотою зіткнень. Виділена ділянка розмірів об'єктів, що зближуються із Землею, найнебезпечніших на шкалі часу, порівняній із часом існування homo sapiens. (В тілі рисунка — кількість ОЗЗ; абсолютна астероїдна зоряна величина; час між ударами, роки; діаметр, км; Енергія удару, Мт ТНТ; Найнебезпечні на шкалі 10<sup>5</sup> років)

**Рис. 2.** Можливі місця падіння на земній поверхні астероїда Апофіс в 2036 р. Джерело: <http://www.msnbc.msn.com/id/12859900>

**Рис. 3.** Схема дії гравітаційного тягача (d — відстань від центра астероїда до тягача). В тілі рисунка — астероїд і гравітаційний тягач

бачено, що система запрацює в 2015 р. Телескоп заплановано встановити в Чилі. Дані, отримані на цьому телескопі, передбачають зробити загальнодоступними.

У майбутньому системи виявлення й моніторингу потенційно небезпечних об'єктів будуть установлювати й на космічних апаратах. Робота космічних телескопів не залежить від погоди, вони можуть проводити спостереження в зонах, недоступних тепер для наземних інструментів, тобто досить близько до Сонця. Це ділянки надзвичайно високого ризику несподіваної появи на віддаленій частині (зазвичай сильно витягнутій) орбіти невеликих, але досить небезпечних комет.

Визначення фізичних і хімічних характеристик об'єктів, що зближаються із Землею, також досить важливі. Необхідно знати властивості тіл, які можуть зіткнутися із Землею, щоб знайти найкращий спосіб запобігання зіткненню або зменшення збитків. Такі дослідження проводять наземними методами (спектрофотометрія астероїдів як в оптичному, так і в радіодіапазоні) і, звичайно, космічними.

За останнє десятиліття у світі успішно здійснено більше десяти космічних місій, призначених для вивчення малих тіл Сонячної системи. Дослідження астероїдів і комет *in situ* у Федеральній космічній програмі Росії на період 2006–2015 рр. поки не передбачені. Але є спеціальний проект вивчення малого тіла Фобос — супутника Марса. Одна із цілей проекту — доставка на Землю зразків ґрунту (0,1 кг) з Фобоса. Під час цієї місії вперше у вітчизняній практиці будуть відпрацьовувати методи навігації в слабких гравітаційних полях малих тіл і методи посадки на такі тіла.

Космічні апарати, спрямовані до об'єктів, які зближаються із Землею, і особливо до потенційно небезпечних, можуть виконувати заходи по запобіганню загрози зіткнення. Розробляють і створюють методи й засоби активної протидії падінню космічних тіл на Землю з того часу, як була усвідомлена реальність астероїдно-кометної

небезпеки, тобто вже понад 10 років. Вибір методу істотно залежить від розмірів небезпечного тіла й часу попередження (час, що залишається до зіткнення). Якщо час попередження великий (кілька десятків років), то за сучасними поданнями, *для відведення тіла з орбіти зіткнення найдоцільнішими є такі способи: ударно-кінетична дія виведеного в космос масивного тіла, яке і зіткнеться з астероїдом; гравітаційна дія (гравітаційний тягач); одержання імпульсу відведення за допомогою поверхневого або близького термоядерного вибуху; використання малої реактивної тяги, створеної, наприклад, електрорушійною установкою.*

З перерахованих методів, які цілком можуть бути реалізовані вже на сучасному рівні техніки, пояснення вимагає тільки метод гравітаційного відведення, котрий набирає популярності. На навколоастероїдну орбіту виводять космічний апарат (гравітаційний тягач), двигунами малої тяги якого створюється імпульс, що відводить астероїд з орбіти. Для цього струмені мають бути спрямовані таким чином, щоб вони не були націлені на тіло астероїда (рис. 3). Перевага використання гравітаційного тягача в тому, що немає необхідності точно вираховувати особливості форми (рельєфу) астероїда, на відміну від інших методів відведення об'єкта з орбіти.

Відповідно до рішення Ради РАН з питань космосу у НПО ім. С.А. Лавочкина разом з Інститутом астрономії й інших академічних інститутів *розробляють проект польоту до астероїда Апофіс*. Основна мета — вивчення астероїда й виведення на орбіту довкола нього радіомаяка, що дасть можливість використати для спостереження наземні радіотелескопи й на порядки підвищити точність визначення орбіти астероїда. Обговорюють і можливість застосування методу гравітаційного тягача. Якщо на відстані 0,25 км від центра Апофіса вмикати двигун малої тяги всього лише на кілька годин, то його орбіту можна змінити таким чином, щоб вона не пройшла через зону резонансного повернення. При мало-

му часі попередження й невеликій масі тіла можна домогтися дроблення його на частини, які не становлять загрози, наприклад, за допомогою інерційних механічних роздрібнювачів. У випадку великої маси тіла для його дроблення буде потрібно вже ядерний вибух. Використання зазначених методів вимагає серйозного попереднього пророблення. Над ним працюють у Всеросійському науково-дослідному інституті технічної фізики ім. академіка Є.І. Забабахіна. Можливі засоби доставки розглядають експерти Державного наукового центру ім. академіка В.П. Макеева. Слід зазначити, що поки що залишається великою невизначеністю результату впливу на досить великі загрози тіла.

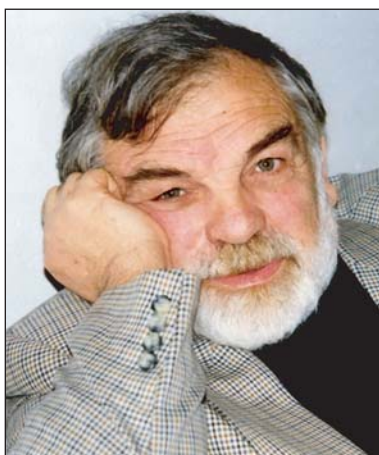
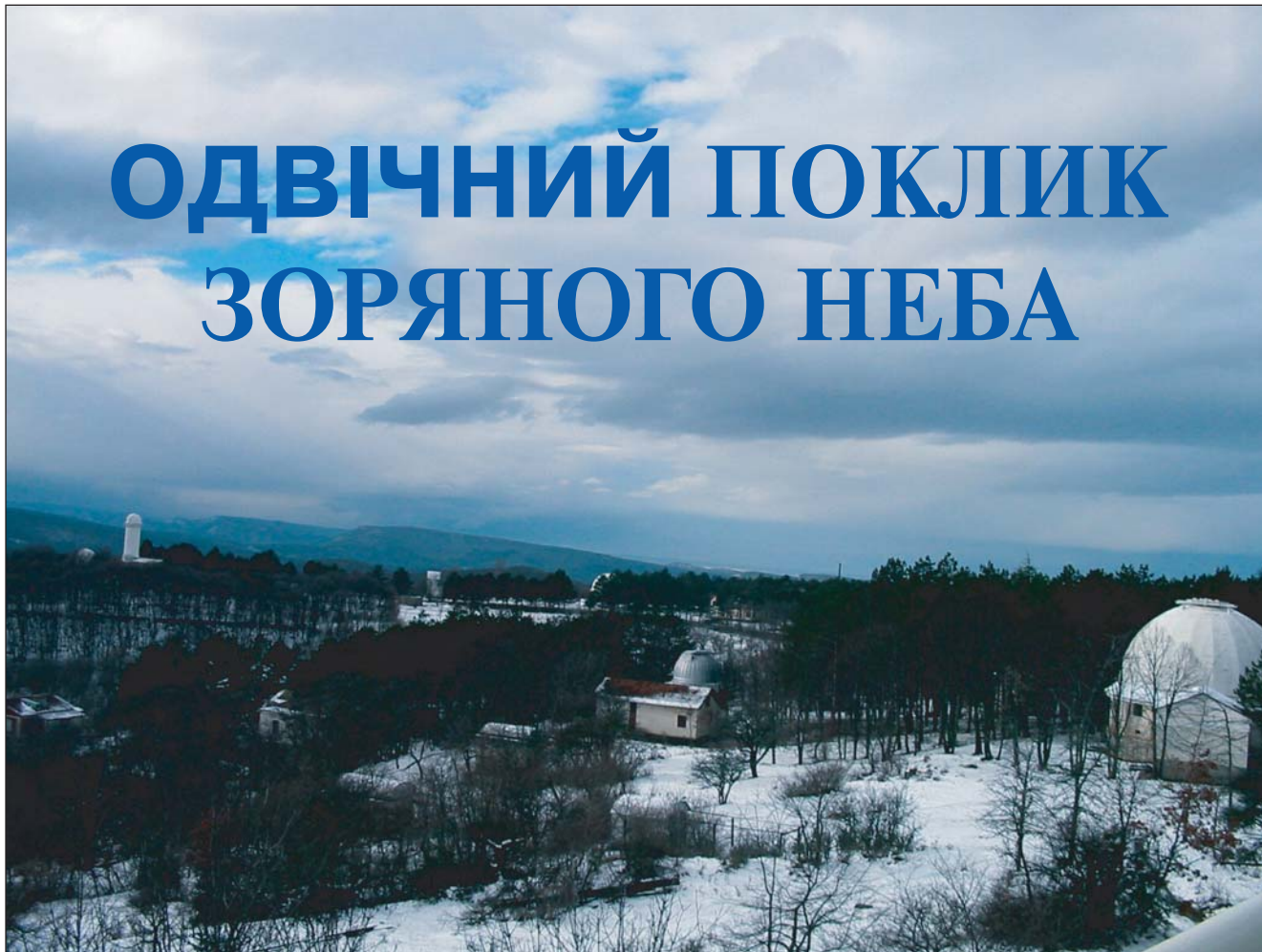
Специфіка проблеми активної протидії астероїдно-кометній небезпеці полягає в тому, що її не може розв'язати одна країна або група країн. Ця міжнародна проблема, що зачіпає інтереси всіх країн, може бути розв'язана лише при наявності міжнародної угоди відносно дій, котрих треба вжити. *Особливо важливим питанням є застосування ядерних вибухів як інструмента протидії*. Сьогодні на виведення ядерної зброї в космос існує заборона, але в деяких ситуаціях без цього інструмента при сучасному рівні технологій обійтися не можна.

У лютому 2007 р. при Раді РАН з питань космосу була організована Експертна робоча група з проблеми астероїдно-кометної небезпеки [7]. До неї ввійшли представники РАН, Роскосмосу, МНС, Росатому, МО й інших зацікавлених відомств і організацій. Одним з основних завдань групи стала розробка проекту Федеральної цільової науково-технічної програми "Астероїдно-кометна безпека Росії". У проекті планується комплексний підхід до рішення проблеми астероїдно-кометної небезпеки, при якому як основні розглядаються фундаментальні і прикладні завдання, зокрема: створення російської системи (і участь у міжнародній системі) виявлення, каталогізації й моніторингу об'єктів, що зближаються із Землею; визначення фізичних (зокрема динамічних) і хімічних характеристик загрозованих тіл; вивчення можливих заходів для запобігання небезпеці зіткнення астероїдів із Землею й зменшення важкості наслідків; координація дій міжнародного співтовариства. Експертна робоча група підтримує створення глобальної міжнародної служби за спостереженням потенційно небезпечних об'єктів, що наближаються до Землі.

#### Література

1. *Микши А.М., Смирнов М.А.* Земні катастрофи, викликані падінням небесних тіл // Вісник РАН. — 1999. — № 4.
2. *Светцов В. В.* Тунгуська катастрофа 30 червня 1908 р. // Катастрофічні впливи космічних тіл / Ред. Адушкін В.В., Немчинов І.В. М: ИКЦ "Академкнига", 2005. — С. 167.
3. 2006 Near-Earth-Object Survey and Deflection Study // <http://www.b612foundation.org/papers/NASA-finalrpt.pdf>
4. *Huebner W. F., Johnson L. N., Boice D.C. et al.* A comprehensive Program For Countermeasures Against Potentially Hazardous Objects (Phos) // Астрон. вестник, 2009.
5. *Chesley S. R., Chodas P. W., Milani A. et al.* Quantifying the risk posed by potential Earth impacts // Icarus. — 2000. — V. 159. — P. 423.
6. *Барабанов С. И., Смирнов М. А.* Аналіз вмісту великих тіл у метеорних й болідних потоках // Астрон. вестник. — 2005. — № 3. — С. 263.
7. [http://www.inasan.ru/rus/asteroid\\_hazard/](http://www.inasan.ru/rus/asteroid_hazard/)

# ОДВІЧНИЙ ПОКЛИК ЗОРЯНОГО НЕБА



**Володимир Платонов**  
письменник,  
м. Дніпропетровськ

**У**селище Науковий, де живуть і працюють астрономи Кримської астрофізичної обсерваторії, нині потрапити зовсім нескладно: немає необхідності оформляти спеціальні допуски, біля сімферопольського вокзалу сів на приміський автобус і менше ніж за годину ти в містечку, яке, як дві краплі води, схоже на всі колишні режимні об'єкти країни.

Всі роботи, що проводяться в обсерваторії, тепер не мають грифа секретності, і можна вільно розмовляти з астрофізиками про найпоташніші таємниці світобудови. Тут головне зрозуміти, про що розмірковують учені, оскільки сучасні напрями астрономії — надзвичайно складні науки, які без ґрунтовної підготовки зрозуміти неможливо. Власне, у нас інша мета: розповісти про невідомі сторінки історії обсерваторії, про те, як живуть, над чим працюють астрономи, як виживають в нинішніх, вельми непростих економічних умовах.

Для довідки. Досліджують Всесвіт в Україні одинадцять державних астрономічних центрів, найбільшим із них є Науково-дослідницький інститут “Кримська астрофізична обсерваторія” (КрАО) Міністерства освіти і

науки України. КрАО утворена в 1945 році на базі Симеїзького відділення Пулковської обсерваторії. Нині тут працюють близько ста астрономів вищої кваліфікації, з них 17 докторів і близько 40 кандидатів наук. Основним напрямом досліджень є Сонце, далекі галактики, зірки, комети, малі планети, обертання Землі та рух її континентів, створення унікальної астрофізичної апаратури для наземних і космічних досліджень. Основні інструменти обсерваторії увійшли до реєстру “Національне надбання України”.

## **БЕЗЦІННИЙ ДАР**

Спостереження зоряного неба в Криму почалося на горі Кошка, де на початку ХХ століття була побудована перша астрономічна обсерваторія, що належала *Миколі Мальцову* — синові дворянина, одного з найбагатших підприємців Росії, відомого промисловця і мецената, власника Кримського маєтку “Симеїз” *Сергія Івановича Мальцова*. Отримавши в спадок селище Симеїз на південному березі Криму і понад 500 десятини землі з прекрасними виноградниками і винним заводом, Микола Мальцов разом із братом робили все, щоб батьківська справа



процвітала і приносила солідні доходи. Симеїзькі вина хоч і не були такими відомими як массандрівські, але ні в чому їм не поступалися, їх величезними партіями поставляли до Санкт-Петербурга. Накопичивши солідний капітал, брати Мальцови вирішили облагородити свої володіння: Іван Сергійович, зайнявся впорядкуванням Симеїзу, став перетворювати непоказне селище на один із кращих курортів на березі Чорного моря; Микола Сергійович, захопившись астрономією, побудував на горі Кошка астрономічну обсерваторію і встановив там перший у Криму телескоп.

Незабаром власник приватної Симеїзької обсерваторії зрозумів, що для розвитку науки буде корисно, якщо спостерігатимуть зоряне небо професіонали. Микола Сергійович ухвалив рішення передати своє дітище Головній (Пулковській) астрономічній обсерваторії, розташованій у Санкт-Петербурзі. Це був і безцінний дар, і благородний вчинок, і вельми своєчасне рішення, оскільки дирекція Пулковської обсерваторії вже шукала відповідне місце на півдні країни для створення астрофізичного відділення. Через кліматичні та географічні умови (часта хмарність, підвищена вологість, білі ночі) Пулковська обсерваторія не могла розвивати новітні напрями астрономічних досліджень: астрофізику,

також передали багатющу мальцовську бібліотеку і новинки астрономічних видань.

Благородний і надзвичайно значущий вчинок дійсного статського радника столиця оцінила дуже високо: Миколу Сергійовича Мальцова обрали Почесним членом Імператорської академії Наук.

По-іншому з дарувальниками обійшлися більшовики, що прийшли до влади в результаті жовтневого перевороту 1917 року. Після революції Симеїзька обсерваторія опинилася в повній ізоляції. Припинився зв'язок з Пулковською обсерваторією. Південне відділення залишилося без фінансування, його не підтримала і кримська влада. Астрономи втратили засоби існування, обсерваторія припинила повноцінні наукові дослідження.

Додатково до всіх бід Сімферопольський ревком реквізував і єдину машину обсерваторії... Особливо важким для кримських астрономів виявився 1920 рік — власника Симеїзу Івана Сергійовича Мальцова разом із сім'єю більшовики розстріляли, маєток конфіскували. Микола Сергійович Мальцов встиг емігрувати до Франції. Симеїзька обсерваторія одночасно втратила і своїх засновників, і матеріальну підтримку, і покровителів. Услід за цими бідами в 1921 році почався страшний голод...

вирішуваних астрофізичних проблем, проведено унікальні дослідження, зокрема з визначення радіальних швидкостей близько 800 зір. Разом із американським вченим *Отто Струве*, який після переїзду до США не поривав зв'язки з радянськими вченими, він розробив метод визначення швидкості обертання зір і довели, що зорі деяких класів обертаються в десятки разів швидше за Сонце.

Інтерес до спостережень Сонця був настільки великий і необхідний, що в майбутньому в Кримській обсерваторії створили спеціальний Баштовий сонячний телескоп, за допомогою якого з'явилася можливість досліджувати внутрішню будову Сонця, природу сонячної активності, механізми впливу на земні процеси, але все це відбулося вже після війни.

Війна порушила всі плани кримських астрономів і повністю перервала їхню діяльність. Обсерваторія була цілком знищена: головна будівля spalена, башти зруйновані, устаткування вивезене в Німеччину. Після війни на території Потсдамської обсерваторії вдалося знайти залишки головного телескопа Симеїзької обсерваторії, але він виявився безнадійно зіпсованим дзеркалом. Стало очевидно: обсерваторію в Криму доведеться не відновлювати, а будувати заново.



г. Кошка, Симеїз

астрофотографію, спектроскопію, фізику Сонця. Головній астрономічній установі країни кримський меценат передав Симеїзьку обсерваторію із земельною ділянкою і спорудами, дві башти з обертальними куполами, телескопи з набором пристосувань і дві десятини землі для подальшого розширення обсерваторії. Астрономам

З часом все нібито налагодилося. Після голоду і розрухи поновлювалися повноцінні наукові дослідження. У 1925 році Симеїзьке відділення поповнилося одним з найбільших на той час телескопом — метровим рефлектором. З переїздом в Симеїзьку обсерваторію талановитого астронома *Григорія Шайна* розширилося коло

У 1945 році за ініціативою Академії наук СРСР на базі зруйнованої Симеїзької філії почали створювати Кримську астрофізичну обсерваторію АН СРСР, її першим директором став академік Григорій Абрамович Шайн.

**Кримська астрофізична обсерваторія,  
с. Науковий Бахчисарайського р-ну АР Крим**



**СУЗІР'Я ТАЛАНТІВ**

*“Ви любите спати вранці?”* — несподівано прозвучало в телефонній трубці, а, після заперечної відповіді мені запропонували: мені запропонували: *“Приходьте раніше — нам ніхто заважати не буде до початку робочого дня”*. На світанку я вже біля у названого кабінету. На стандартній табличці нестандартний напис: *“Завідувач лабораторії фізики зір і галактик, доктор фізико-математичних наук Роальд Євгенійович Гершберг”*.

У конструкторських бюро і на космодромах мені доводилося часто зустрічатися з фахівцями, причетними до досліджень Космосу: одні проектували космічні апарати, інші їх виготовляли, третина — запускали в Космос. Все проходило якось звично і буденно, а тут — незвичайне хвилювання вже при одній назві “Лабораторія фізики зір і галактик”. Стан такий, немов зараз відбудеться диво: я зустрінуся з прибульцем з іншої планети і почую розповідь, що відбувається на інших галактиках. Але диво не відбулося. Свою біографію учений умістив у п'ять рядків: *“Схиблений на астрономії з дитинства. Після закінчення університету в 1955 році потрапив до Пикельнера, вчився у нього в аспірантурі і жив в обсерваторії на горі Кошка. У 1960 році здали в експлуатацію дзеркальний телескоп, який названо ім'ям його ідейного творця, академіка Г.А. Шайна, і я почав на ньому працювати. Цей телескоп — моя любов на все життя, моє щастя, моя біографія”*.

Лабораторія, якою керує Заслужений діяч науки і техніки України, професор Р.Є. Гершберг, найбільша в обсерваторії, а 2,6-м дзеркальний телескоп імені Г.А. Шайна (ЗТШ) — найбільший і найкраще оснащений телескоп України. Інтенсивні спостере-

ження на цьому телескопі дозволили зробити багато відкриттів, що здобули широку популярність і високі оцінки астрономічного світу.

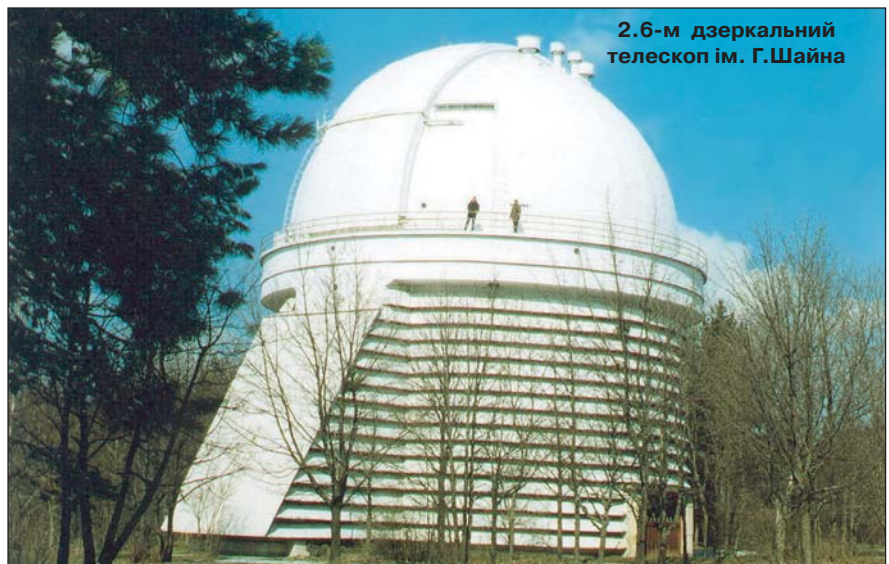
Гордістю Кримської астрофізичної обсерваторії стали праці видатного астронома сучасності Г.А. Шайна. Доктор фізико-математичних наук С.Б. Пикельнер створив перший курс космічної електродинаміки, він автор класичної праці “Фізика міжзоряного середовища” й інших монографій. Внесок співробітників Лабораторії фізики зір і галактик, які брали участь у космічних дослідженнях, відображений в монографії “Астрофізичні дослідження на космічній станції АСТРОН”, яка вийшла за редакцією академіка РАН, іноземного члена НАН України О.О. Боярчука.

На столі у Роальда Євгеневича важкий том — переклад на англійську мову його останньої монографії “Активність сонячного типу зір головної послідовності”. Не будучи фахівцем у науковому викладі складних косміч-

них процесів, могу оцінити цю працю лише поверхово: монографія перекладена і видана найбільшим в Європі й одним з авторитетних в світі видавничим концерном “Axel Springer Verlag AG” (Гамбург, Німеччина).

І ось настає кульмінаційний момент нашої зустрічі: ми йдемо знайомитися з 2,6-м дзеркальним телескопом імені академіка Г.А. Шайна. На ходу фотографую знаменитий телескоп, що входить до реєстру об'єктів “Національне надбання України”. Як завжди, освітлення, не те, яке треба, але нічого не вдієш — час обмежений, а іншого може не бути. Виручає Роальд Євгеневич: *“Пропоную познайомитися зі співробітницею нашої Лабораторії Олександрою Терєбіж. Вона працює у нас більше тридцяти років і весь цей час не розлучається з фотокамерою. Подивитесь її знімки, вони гідні найвимогливіших видань”*.

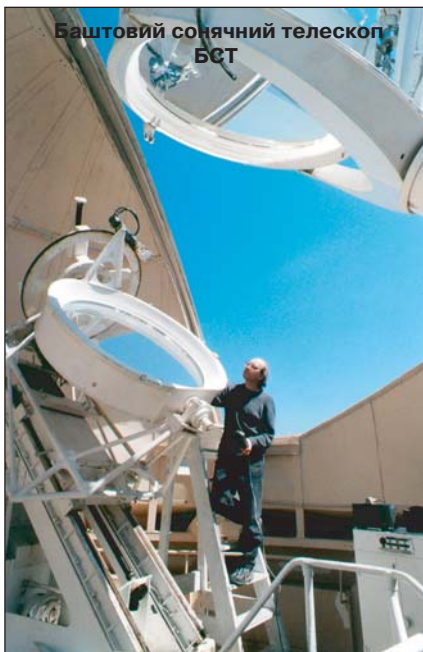
Учений має рацію: Олександра Терєбіж поза сумнівом талановита людина. До Криму сім'я Терєбіж переїхала з



**2,6-м дзеркальний телескоп ім. Г.Шайна**

Бюраканської обсерваторії на початку 1970-х років. Її чоловік, *Валерій Юзефович Терєбіж*, очолив Південну станцію знаменитого Державного Астрономічного інституту імені П.К. Штернберга і паралельно в КраО зайнявся розрахунками оптичних систем. За його розрахунками робляться телескопи в Америці, Росії, Україні — в цій справі він фахівець світового класу. Сини подружжя Терєбіж — випускники МДУ. Сама Олександра Валентинівна поєднала в собі дві чудові якості: закоханої в свою обсерваторію людини і майстра фотомистецтва.

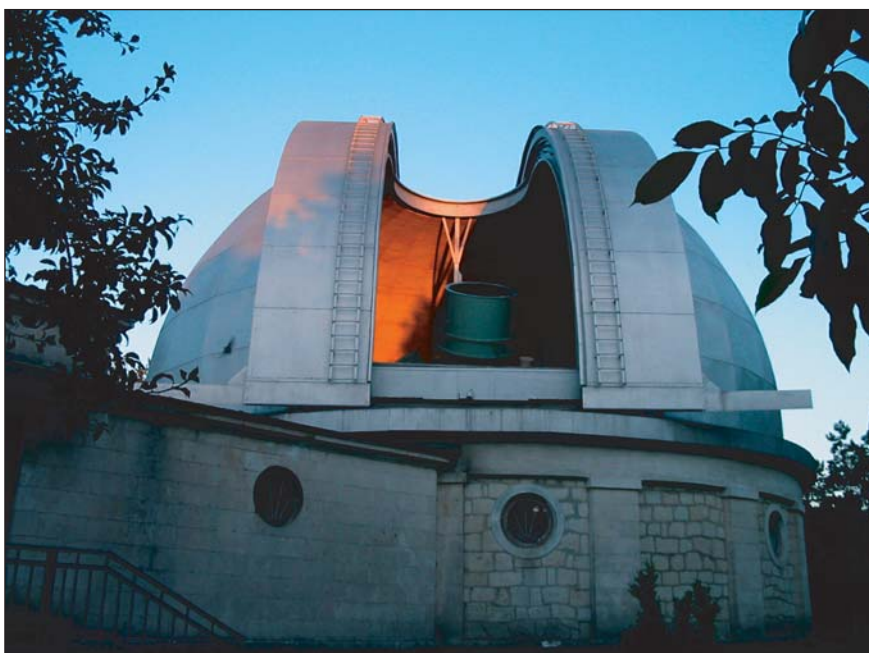
Телескопи — складні і надзвичайно тонкі пристрої, щоб добре їх відобразити, фотограф має бути терплячим і наполегливим, Сонце має бути його союзником, а очі помічати все прекрасне з астрономічною точністю. Рідну обсерваторію Олександра Валентинівна фотографує навесні й улітку, та взимку, впродовж багатьох років, тому її знімки такі різноманітні й цікаві. Чудово виглядає селище астрофізиків з боку Бахчисараю, зачаровують панорами Кримських гір з башт обсерваторії, що розташовані в зоні природного заповідника на висоті 600 метрів над рівнем моря. Олександра Терєбіж створила велику серію знімків визначних пам'яток Кримської обсерваторії, її головних астрофізичних інструментів: дзеркального телескопа імені Г.А. Шайна, автоматизованого зоряного телескопа АЗТ-11, баштового сонячного телескопа БСТ, гамма-телескопа ГТ-48, комплексу сонячних телескопів, лазерного супутникового далекоміра ЛСД Simeiz-1873 й одного з кращих радіотелескопів світу РТ-22. Знімки Олександри Терєбіж — по суті, це гімн Кримської астрофізичної обсерваторії. Сьогодні вони вперше опубліковані на сторінках журналу "Світогляд".



Баштовий сонячний телескоп БСТ



Загальний вигляд БСТ



Радіотелескоп РТ-22



**1000 ПЛЯШОК ШАМПАНСЬКОГО**

Йдеться не про той благородний напій, який виготовляли на початку ХХ століття засновники першої Кримської обсерваторії на горі Кошка брати Микола і Іван Мальцови, а зовсім про інше шампанське, доставлене з Франції як приз за феноменальне досягнення, пов'язане з горою Кошка. Розповімо все по порядку.

У зв'язку з організацією Кримської астрофізичної обсерваторії АН СРСР в селищі Науковий Бахчисарайського району, значення першої в Криму обсерваторії на горі Кошка різко знизилось, і, на думку багатьох, все йшло до того, щоб цю обсерваторію зберегти як пам'ятку науки і техніки. Бурхливий розвиток космонавтики, що почався восени 1957 року, надав горі Кошка особливого статусу й злету до космічних висот: у другій половині 1950-х років тут був організований перший і на той час єдиний в країні Пункт міжпланетного зв'язку. Побудували його на південному схилі г. Кошка, поряд з баштами Симеїзської обсерваторії.

Міжпланетний пункт зв'язку був організований по-похідному: у центрі — плоска поворотна антена площею 120 кв.м, що прийнятно-передавальну апаратуру розмістили в автофургоні, пункт управління тіснився в дерев'яному бараку, військові та цивільні фахівці жили в наметах, поряд диміла похідна кухня. Все мало тимчасовий характер, капітальні центри космічної телекомунікації ще тільки будувалися, але творці ракетно-космічної техніки працювали на випередження.

4 жовтня 1959 року в другі роковини запуску Першого в світі штучного супутника Землі, з космодрому Байконур стартувала міжпланетна станція «Луна-3» з метою обльоту Місяця і фотографування його невидимого боку. Порівняно з попереднім пуском 14 вересня 1959 року, коли ракета потрапила в Місяць, нове завдання було складніше, але в засоби масової інформації не потрапило нічого, що стосувалося справжньої мети запуску «Луна-3» — наші цензори, як завжди, були «на висоті».

Зробивши переліт Байконур-Москва-Крим, С. Корольов і М. Келдиш з групою управлінців 6 жовтня прибули на гору Кошка. Технічний керівник робіт Євгеній Якович Богуславський доповів Головному конструктору: на борту станції все гаразд, політ триває в штатному режимі. Після ґрунтовного знайомства з тимчасовим центром зв'язку, Корольов буквально «засипав» усіх запитаннями. Головного цікавило все: чи є збої в телеметрії?

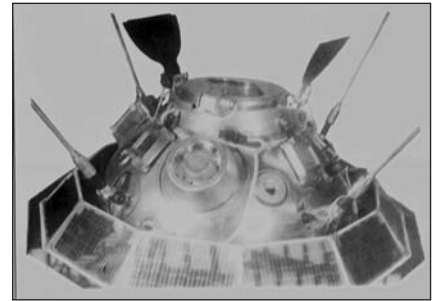
які зауваження щодо зв'язку? чи не створюють перешкод моряки? хто підтримує зв'язок з Військово-морським флотом? чи патрулює ДАІ дорогу на Кошку? які метеопрогнози?

Питання, питання, питання. І чим більше їх було, тим сильніше відчувався неспокій Головного за успіх майбутньої роботи. Все було розраховане, відкоректоване, випробування проводилися на Землі, але Космос є Космос, від нього можна чекати будь-яких сюрпризів, а зв'язок і управління всіма процесами в невагомості, на відстані 250000 кілометрів — це ще той «подаруночок».

Вранці 7 жовтня, коли космічна станція перебувала на прямій між Місяцем і Сонцем, було включено спеціальний фототелевізійний пристрій — почалися зйомки зворотного боку Місяця. Про цей найнапруженіший історичний момент розповідає Герой Соціалістичної праці, лауреат Ленінської премії, академік Борис Черток:

— Нам було у край цікаво, з якої висоти велось фотографування. У сеансі зв'язку на Кошці гарячково розшифровували телеметрію, яка йшла зі збоями. На запрошення Келдиша на Кошку приїхав астроном Андрій Северний — директор Кримської обсерваторії. За його словами, немає жодних підстав хвилюватися з приводу справної роботи фототелевізійного пристрою. Жодного зображення ми в принципі отримати не можемо з тієї простої причини, що космічне випромінювання засвітило плівку. Її міг врятувати тільки свинцевий захист товщиною, принаймні, в п'ятьшість сантиметрів.

Чекатимемо! Я влаштувався поряд з Богуславським біля апарата відкритого запису на електрохімічному папері.



**Об'єкти AMC «Луна-3» та зображення зворотного боку Місяця, отримане на пункті космічного зв'язку «Симеїз-3»**



З приймального пункту доповіли: «Дальність — 50 тисяч кілометрів. Сигнал стійкий. Є прийом!» Дали команду на відтворення зображення. Знову всі надії на фототелевізійний пристрій. І ось на папері стрічка за стрічкою з'являється сіре зображення круга, на якому розрізнити подробиці можна тільки при достатньо хорошій уяві. Корольов не витримував, увірвався до нас в тісну кімнату:



**Перший пункт космічного зв'язку «Симеїз-3» на г. Кошка. 9 жовтня 1959 р. Зліва направо: М. Лідоренко, І. Пісковський, М. Келдиш, А. Білоусов, С. Корольов, Є. Богуславський, М. Рязанський**



“Ну що там у вас?” “У нас вийшло, що Місяць круглий”, — сказав я.

Богуславський витягнув з апарата записане на папері зображення, показав Корольову і спокійно розірвав. СП навіть не обурився: — “Навіщо ж так відразу, Євгеній Якович? Адже це перший, розумієш, перший!” “Погано, багато всякого бруду. Зараз ми приберемо перешкоди і наступні кадри підуть нормально”. Поступово на папері з’являлися один за іншим все більш чіткіші кадри. Ми тріумфували, поздоровляли один одного. Богуславський заспокоював, що на фотоплівці, яку оброблять у Москві, все буде набагато краще.

Після повернення в ОКБ Корольов несподівано для нас не пішов з головою в поточні справи, а запросив до себе астрономів, з якими розглядав фотографії зворотного боку Місяця. Він радився, які імена привласнити відкритим утворенням на невидимому боці. При наших спробах увійти до кабінету СП, секретар попереджала: “Сергій Павлович просив не заважати. У нього зараз Шкловський”. Ім’я астронома Шкловського вже тоді було добре відоме. Але чи

наша справа придумувати назви для тільки що відкритих кратерів на Місяці? Корольов був стратегом. Він поспі-

шав узяти ініціативу в свої руки, побоюючись, що її захоплять в майбутньому ті, хто отримав кращі знімки. Треба узяти все, що можна, від кожного космічного успіху. 27 жовтня 1959 року у пресі з’явилися фотографії невидимого боку Місяця. За пропозицією Президії Академії наук СРСР місячним кратерам і циркам були присвоєні імена видатних учених і діячів: Джордано Бруно, Жуль Верн, Герца, Лобачевського, Максвелла, Менделєєва, Пастера, Складовської-Кюрі, Едісона...

Знімки зворотного боку Місяця, отримані на горі Кошка, передрукували всі газети світу. Несподівано в радянське посольство в Парижі звернувся багатий французький винороб з проханням повідомити адресу, кому вислати шампанське. Свого часу він оголосив, що подарує тисячу пляшок шампанського тому, хто зробить знімок зворотного боку Місяця, сподіваючись, що зробити це неможливо і він нічим не ризикує. Винороб зрозумів, що програв і вирішив виконати свою обіцянку.

Прохання винороба викликало переполох у посольстві, справа дійшла до Міністерства закордонних справ СРСР, але і там не могли назвати справжніх винуватців свята. Після численних консультацій зі всіма інстанціями, виноробові дали адресу Президії Академії наук СРСР.

“Під Новий рік за Місяць нам видали по пляшці шампанського, — посміхаючись, сказав академік Борис Черток. — Решта шампанського розійшлася незліченними коридорами апарату”.



Верхні фото: Космонавти В. Севастьянов, О. Леонов і Г. Гречко в КрАО знайомляться з принципами роботи Орбітального сонячного телескопа

Нижнє фото: Потомки засновника Симеїзької обсерваторії М. Мальцова разом із першовідкривачами малих планет М.С. Чернихом і Л.І. Черних



Гама телескоп ГТ-48



Підготовка до спостережень

### ЗЕМЛЯ І НЕБО

Зорі не люблять великих міст, віддаючи перевагу затишним місцям, де можна з'явитися у всій пишності. Їх можна спостерігати годинами, цілодобово і все життя. Не знаю прекраснішої і довшої системи, ніж наш Всесвіт, усякий мільярдами зір і гігантськими скупченнями галактик.

Хто створив цю пишність? Який надрозум керує цією грандіозною системою, підтримуючи в ній винятковий порядок?

Упродовж багатьох століть людство намагалося пізнати таємниці Всесвіту. Встановлені закони руху планет; тривають дослідження Сонця і Сонячної системи; настала ера космічних відкриттів — Всесвіт почав поволі і неохоче розкривати свої таємниці.

Пізнання всесвіту вимагає все нових і нових, більш довершених інструментів. Телескоп *Галілео Галілея* сьогодні здається іграшкою порівняно з сучасною технікою. У 1960-х роках телескоп Кримської обсерваторії з дзеркалом 2,6 метра вважався найбільшим в Європі, нині він вже виглядає майже карликом порівняно з сучасними світовими гігантами.

Бурхливими темпами розвиваються нові галузі астрономії — радіоастрономія і позаатмосферні дослідження Всесвіту. У селищі Качивелі, біля самого берега моря розташований 22-метровий радіотелескоп Кримської астрофізичної обсерваторії, який дозволяє проводити спостереження в сантиметровому і міліметровому діапазонах Сонця, зір, галактик. Цей радіотелескоп входить в об'єднану мережу найбільших радіотелескопів світу. Спільні спостереження дозволяють вивчати структуру дуже далеких космічних об'єктів з високою просторовою роздільною здатністю і з вели-

чезною точністю (до 3мм) визначати динаміку зсуву континентів, яка становить декілька міліметрів на рік.

Починаючи з 1959 року на супутниках і космічних станціях було встановлено 14 приладів КраО, які дозволяли проводити позаатмосферні спостереження Сонця і яскравості зоряного неба в УФ-діапазонах.

У 1975 році в Кримській обсерваторії був створений Орбітальний сонячний телескоп ОСТ-1. Для підготовки до роботи на ньому в селище Науковий приборула група космонавтів, серед них *Олексій Леонов, Валерій Кубасов, Георгій Гречко, Владислав Волков, Віктор Пацаєв, Микола Рукавішніков, Віталій Севастьянов* та інші. Космонавти прослухали курс лекцій про Сонце, його будову, про процеси, що відбуваються в його надрах, про те, як спостерігати наше головне світило. Паралельно вивчали пристрій Орбітального сонячного телескопа, обрали навик роботи з ним, відбувалося знайомство з телескопами обсерваторії. Космонавти жартували: *“Ми раніше думали, що телескоп — це як половина бінокля, тільки трохи більше!”*

Орбітальний сонячний телескоп ОСТ-1 став видатним досягненням кримських астрофізиків і, передусім його конструктора, доктора фізикоматематичних наук *Андрія Володимировича Брунса*. Вперше був запропонований телескоп оригінальної конструкції, він став головним приладом космічної станції. Правда, за незалежних від творців причин ОСТ-1 довелося чотири рази запускати в космос і лише четвертий став вдалим.

А відбулося ось що: під час першого запуску станції “Салюту-1” не відкрився обтічник ракети, під яким знаходився і телескоп. Запуск “Салюту-2” пройшов невдало, разом з телескопом

станція впала в Тихий океан. “Салют-3” після виходу на орбіту виявився некерованим — загинув третій екземпляр ОСТа. Чотири роки напруженої, без відпусток, роботи не принесли результату. Лише четвертий запуск “Салюту” приніс бажаний успіх — ОСТ вивели на орбіту, за його допомогою отримали блискучі результати.



Я вирішив поговорити з ідеологом створення ОСТА, головним науковим співробітником КраО А.В. Брунсом про подробиці цієї драматичної історії, але замість розповіді Андрій Володимирович подарував мені свою книгу і додав: *“Тут все описано. Пишаюся, що дослідження за допомогою Орбітального сонячного телескопа визнані астрофізичним експериментом №1. Останніми роками разом з нашими зарубіжними колегами ми створили унікальний прилад “Сонячні осциляції яскравості (СОЯ)”, але запуск міжпланетної станції “Марс-96” пройшов невдало, і наша майже десятирічна праця потонула в Тихому океані. Як то кажуть: се ля ві”*.

Андрій Володимирович помовчав, немов ушанував пам'ять приладу, що потонув, і признався: *“Я хотів поговорити про сучасні проблеми обсерваторії, а саме плани будівництва житлового комплексу, що неминуче приведе до збільшення засвічення і неможливості спостерігати слабкі об'єкти, які зараз ще доступні для спостережень”*.

Висновки опонентів коментує директор КраО в 1988-2005 рр., академік НАН України Микола Володимирович Стещенко: *“Ситуація, подібна до нинішньої, виникла у нас 35-40 років тому. Будувалися нові телескопи, росло число співробітників обсерваторії, потрібні були квартири для наукових і технічних працівників. У будинку, побудованому в 35 км від обсерваторії, через рік залишився тільки один співробітник, який продовжував працювати в КраО. Тоді було розглянуто пропозицію побудувати*

*житлові будинки в балці на майданчику, який на 40-60 м нижче за обсерваторію. Директором КраО А.Б. Северним було організовано не тільки розрахункове, але і експериментальне обстеження можливих засвічень: були завезені прожектори з світловою потужністю удвічі більше, ніж необхідна потужність для постачання 400 квартир і прилеглий до них території. Як показали вимірювання, фон неба підвищився не більш, ніж на 0,1-0,3 зоряних величини. Насправді, внесок побудованого селища ще менший, якщо врахувати збільшення фону неба за 20 років із-за зростання міст: Ялта в 40 км на південь, Севастополя в 45 км на заході і Сімферополя в 25 км на північному сході. Міф про смерть КраО у разі будівництва житлового селища залишився міфом, а КраО успішно працює”*.

Академік РАН О.О. Боярчук, що більше тридцяти років пропрацював в КраО, вважає: *“Моя думка — будівництво потрібно проводити. Без квартир не можна повернути до роботи ні молодих учених, ні хороших фахівців. Це приведе до повної деградації кращої обсерваторії в СНД”*. Цю думку розділяє Р.Є. Гершберг: *“Надходження молодих фахівців недостатнє. Проблема прозаїчна — відсутність житла. Обсерваторію треба рятувати зараз, до того, як під прекрасним кримським небом виявляться завмерлі наші телескопи, позбавлені технічного догляду і наукового використання”*.

Думки членів вченої ради розділилися, — багато хто вважає, що подальше масштабне будівництво в Науково-

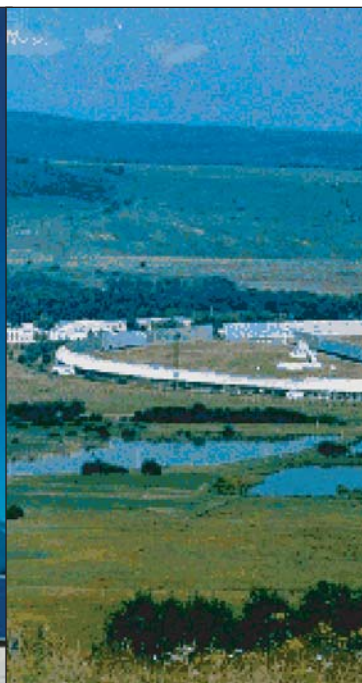
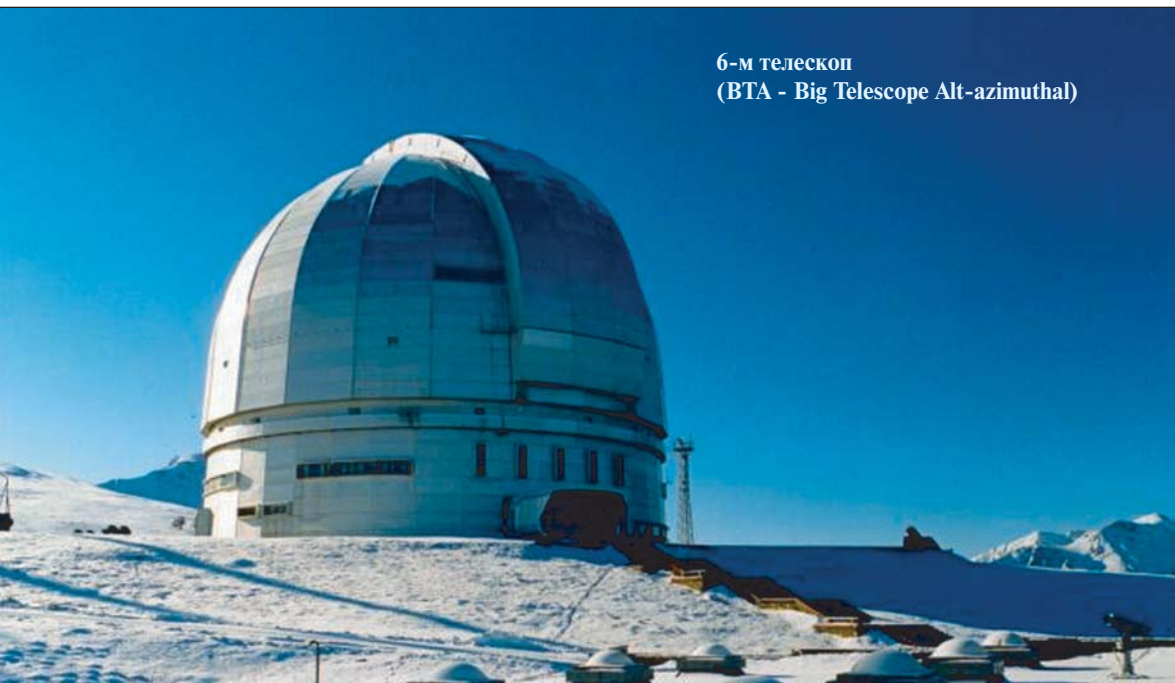
му неминуче призведе до погіршення астроклімату обсерваторії, і тому мова може йти лише про будівництво житлового будинку для співробітників. Водночас, майже всі науковці обсерваторії вважають, що нинішню ситуацію інакше як критичною не назвеш. За останні роки багато перспективних фахівців виїхали за кордон, зменшилося число наукових співробітників, в три рази скоротилася чисельність інженерів і оптиків.

Не зважаючи на ці негаразди, КраО продовжує дослідження практично з усіх напрямів астрофізики. Серед них директор КраО А.М. Рос-топчина-Шаховська назвала позагалактичні дослідження, дослідження зір і областей зореутворення, малих планет. Традиційно вже десять років підряд в КраО проводяться міжнародні конференції з сонячної фізики, що свідчить про реальні заслуги кримських дослідників Сонця в світовій науці. Цей напрям був і залишається одним з головних в діяльності обсерваторії. Лабораторія радіоастрономії, що має три унікальні інструменти (лазерний супутниковий далекомір Simeiz-1873, GPS — СтАО та 22-м радіотелескоп РТ-22), забезпечує участь КраО у виконанні астрогеодинамічних досліджень обертанні Землі.

**Перспективи розвитку КраО свідчать про те, що попереду у кримських учених великий обсяг роботи. Обсерваторія гостро потребує підтримки урядів України і Криму, МОН України.**



6-м телескоп  
(BTA - Big Telescope Alt-azimuthal)



# Спеціальна астрофізична обсерваторія Російської академії наук

До 50-річчя з часу виходу постанови Ради Міністрів СРСР про будівництво САО АН СРСР  
(Карачаєво-Черкесія, Російська Федерація)

Директор Спеціальної астрофізичної  
обсерваторії РАН, доктор фізико-математичних наук,  
член-кореспондент Російської академії наук  
**Юрій Юрійович Балега**

## Кожен з нас був колись зіркою

*Ювілей — це свято з підсумками. Які ж основні віхи САО? Які найбільші наукові досягнення обсерваторії та її азимутального телескопа, що започаткував нове покоління великих астрономічних інструментів у всьому світі? Про це журналістка Зоя Вихристюк говорила з директором САО РАН Ю.Ю.Балегою. Втім, не лише про це. Розмова сама собою вивела на роздуми про роль науки у сучасній Росії, її престиж, про державні пріоритети і про патріотизм.*



### — Що головного вдалося досягти?

— Мабуть, найголовніше за ці роки — це те, що, незважаючи на дуже тяжкі 90-ті роки, коли все розпалося і розвалювалось у країні, телескопи САО продовжували працювати. Наші співробітники отримали низку результатів, які мають дуже важливе значення для сучасної астрофізики. До того ж, нам вдалося зберегти технічні напрямки, які є унікальними в країні. Один із них очолює *Сергій Маркелов*, другий — співкерівники *Олександр Берлін* і *Микола Нижельський*. Ці підрозділи роблять астрономічні приймачі, які ми зараз постачаємо в інші обсерваторії країни, в прикладні інститути та на експорт. Фактично наші телескопи не зупинялися й на день, за винятком перерв на технічні роботи. Це також дуже важливо. Адже

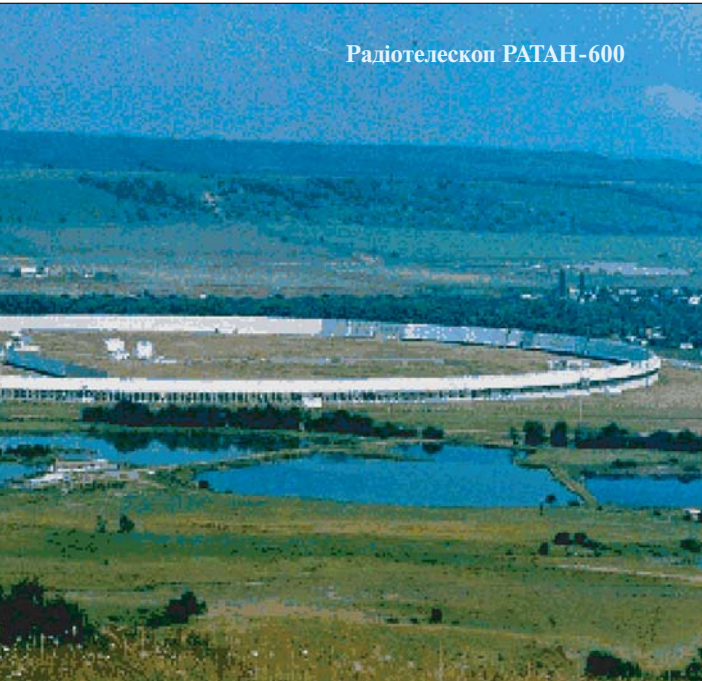
те, що відбулося за ці роки в інститутах, особливо фізичного профілю, не лише в Росії, а й на всіх теренах СНД, можна назвати просто катастрофою. Крашні кадри 30-40-річних виїхали за кордон, а це ж найпродуктивніший вік: справжня фізика робиться саме в ці роки, і багато наших учених стали лауреатами Нобелівської премії за відкриття, які вони зробили 30-літніми. Нам, на щастя, вдалося зберегти кістяк колективу.

### — Без втрат?

— Втрати страшні. Молодь, яка приходила в 80-і роки і на початку 90-х, пішла, але старі кадри, в основному, залишилися і роблять велику науку. Серйозних наукових результатів багато. При цьому слід враховувати, що САО — це неординарний сплав: з одного боку — науково-дослідний



Радіотелескоп РАТАН-600



4 серпня 2009 р. співробітники САО РАН М. Мінгалієв, А. Валєєв, А. Марухно, М. Якопов, В. Дьяченко на честь Міжнародного року астрономії піднялися на західну вершину г. Ельбрус (5642 м) із прапором обсерваторії



інститут, де ми займаємося астрофізикою, своїми науковими темами; з іншого боку — установи технічного забезпечення спостережень усіх астрономів колишнього Радянського Союзу. Коли вдається зберігати розумну рівновагу — все дуже добре.

Говорячи про наукові результати, можна навести десятки праць, які мають світове звучання. Робота Ігоря Дмитровича Караченцева пов'язана з вивченням місцевого об'єму нашого Всесвіту. Це близькі до нас галактики на порівняно невеликих відстанях — не далі за якихось 150 мільйонів світлових років. У цьому об'ємі *І. Д. Караченцев* виявив велику кількість раніше не відомих карликових галактик. Уточнена середня щільність речовини, що украй важливо для сучасної фізики. Уточнена величина, яка визначає швидкість розширення Всесвіту. Виявляється, вона не є постійною. В астрофізиці вважають, що після первинного вибуху, який був приблизно 13 - 14 мільярдів років тому, Всесвіт розширювався спочатку швидко, потім настало якесь гальмування — приблизно в середині віку, а потім знову почалося прискорення.

#### — А причини?

— Причини з'ясуються, коли буде побудована детальна теорія походження нашого Всесвіту... Років, думаю, через 25-50, а може, і 100.

Сильні роботи у нас з дослідження ядер активних галактик і квазарів. У їхньому центрі містяться чорні діри з масою в десятки і навіть сотні мільйонів сонць: вони випромінюють величезну кількість енергії, вони змінні і нестабільні. Спільно з вірменськими астрономами з Бюраканської обсерваторії ці роботи починали наші вчені: *В.Л. Афанасьєв, А.І. Шаповалова, І.Д. Караченцев, А.Н. Буренков, І.П. Костюк* та інші. Вони накопичили на телескопах величезну кількість матеріалу, який можна спостерігати, але багато питань фізики цих об'єктів залишаються нерозв'язаними і сьогодні. Скажімо, зрозуміло, що в їхніх ядрах містяться масивні чорні діри. Зрозуміло, що на чорну діру падає речовина з найближчого оточення. Зрозуміло, що ця речовина при падінні розігрівається до величезних температур і випромінює у всьому діапазоні спектра, але детальної фізичної моделі поки не існує.

Третім я б назвав результат, пов'язаний з вивченням дуже далеких квазарів. Квазари — це оголені ядра галактик

на великих відстанях, які можуть бути порівняні з віком Всесвіту. Вони ніби просвічують усю речовину: світло від далеких квазарів проходить через холодні хмари міжгалактичного газу. У праці астронома САО *Володимира Панчука* спільно з академіком *Дмитром Варшаловичем* з Петербурзького фізтеху проаналізовано численні лінії поглинання у спектрах декількох квазарів. У роботі, опублікованій 10 років тому, їм вдалося накласти обмеження на можливі зміни однієї з фундаментальних фізичних констант — постійної тонкої структури, яка є основним параметром у квантовій електродинаміці. Було показано, що протягом 10 мільярдів років постійна тонкої структури не змінювалася. Для фізики цей результат має важливе значення, оскільки сучасні космологічні моделі передбачають повільні зміни фундаментальних констант у процесі еволюції. Публікація на цю тему була визнана кращою в Росії в галузі фізичних наук 1996 року.

#### — А ваші особисті праці, Юрію Юрійовичу?

— Вони пов'язані з вивченням подвійних і кратних зоряних систем — більшість зір у Галактиці живе не ізольовано, як Сонце, а групами. Зокрема, нам спільно з американськими та німецькими астрономами вдалося оцінити масу потрійної системи коричневих карликів. Спостереження вели на трьох телескопах — двох зарубіжних і на нашому БТА. У ядрі кожної зорі обов'язково повинні протікати термоядерні реакції. От як у Сонечка: в ядрі при температурі понад 16 мільйонів градусів горить водень. У результаті тепло, яке виділяється в ядрі, гріє нас із вами, завдяки чому можливе життя на Землі. Але більшість зір навколо нас холодніші, ніж Сонце, і мають менші розміри. Їх називають червоними карликами, тому що їх поверхня відносно "холодна", 3-4 тисячі градусів. Маса цих зір у декілька разів менша маси Сонця. А є об'єкти з ще меншою масою — коричневі карлики. Це вже не зорі, але і не планети. Через незначну масу в їхніх ядрах термоядерні реакції неможливі, а температура на поверхні може бути близько двох тисяч градусів і нижче. Виявляється, що таких об'єктів величезна кількість, можливо, вдесятеро більше, ніж звичайних зір. Просто їх важко виявляти — вони слабо світяться. Ці невідлі зорі, як їх іще називають, і є коричневі карлики. Кожен з них "важить" приблизно як 30-50 Юпітерів. У масштабах нашої Галактики їхня сумарна

маса невелика — всього лише 15 відсотків від загальної маси Галактики, але число їх величезне.

Продовжуючи перераховувати найважливіші роботи обсерваторії, хочу згадати і про підрозділ, який досліджує властивості так званих магнітних зір. Деякі зорі мають магнітні поля, які в тисячі разів сильніші за магнітне поле Сонця. У підрозділі, яким керує один із найдосвідченіших наших астрономів *Юрій Володимирович Глагольовський*, відкриті сотні нових магнітних зір. Міжнародні конференції із зоряного магнетизму, що проводилися в САО за участю провідних астрономів світу, підтвердили високий авторитет наших учених у цій галузі.

На радіотелескопі РАТАН-600 академік *Юрій Миколайович Парійський* зі своєю групою веде роботи, пов'язані з вивченням флуктуації реліктового фону. Всесвіт у першій відрізок свого життя був дуже гарячим і таким, що одно-рідно розширюється. Надалі в процесі розширення почали утворюватися згустки, які потім стали галактиками. Сьогодні, куди б ми не навели телескоп у Всесвіті, на яку б точку на небі не націлювали радіотелескоп, ми бачимо, що вона не абсолютно холодна, а має температуру близько трьох градусів Кельвіна, тобто мінус 270 градусів за Цельсієм. Це залишки тепла після первинного вибуху. Температурна картина теплового фону неоднорідна: є місця тепліші та холодніші, причому ці флуктуації різняться всього лише на мільйонну частку градуса. Ось їх і треба виявити для того, щоб зрозуміти, що було тоді, під час вибуху. За неоднорідностями фону ми зможемо перевірити, яка модель народження Всесвіту є правильною.

— **Ось 20, 30 або 40 років тому ваша обсерваторія була в центрі уваги і науки, і всієї світової спільноти. Наші астрофізики займали провідні позиції в світовій науці.**

— Одні з провідних...

— **А після розвалу країни багато що змінилося. Яке місце зараз займає САО?**

— Відступили ми, звичайно, істотно. У ту епоху у нас були видатні астрофізики. Досить пригадати академіків *Я.Б. Зельдовича*, *В.А. Амбарцумяна*, *В.В. Соболева*, *В.Л. Гінзбурга*, *Й.С. Шкловського*. Астрофізикою займалися багато інших відомих учених. Плюс інструменти, які на той період у нас були найбільшими в світі. Це була абсолютно інша епоха. Я не говоритиму — краща або гірша, просто — інша. Країна вкладала в розвиток інфраструктури науки колосальні засоби. Зараз же наш найбільший телескоп не потрапляє навіть у першу десятку найбільших наукових інструментів.

Друге, всі сьогоднішні розмови на високому рівні про підтримку науки й учених поки залишаються розмовами. Ось і вийшло, що, наприклад, у Південній Кореї — а що означає в сучасній фізиці Південна Корея? — працюють три астрономи, які раніше працювали в САО, а з ними ще один одесит. І пішли вони в чужі краї з своїми сім'ями у пошуках матеріального більш гідного життя. У приниженому соціальному становищі полягає головна причина небувалого в історії вітчизняної науки відпливу вчених з країни. Найбільших кількісних втрат зазнала група вчених молодого віку, а їхня роль у природничих науках основна. У 2006 році почалося реформування Російської академії наук та інших державних академій, головною метою якого є збільшення зарплати дослідникам за рахунок "заморожування" засобів на модернізацію наукового устаткування і залучення в академічну науку молоді. І тут криються дві серйозні небезпеки, які можуть призвести до невдачі реформи. Перша полягає в тому, що ученим-природникам для творчої реалізації потрібна сучасна технічна база. Західні лабораторії незрівнянно краще оснащені, а значить, ворота для витоку талановитих молодих дослідників

за кордон так і залишаються відкритими. По-друге, у великих інститутах, як САО, зі складною експериментальною базою науковці становлять меншість. У нас їх всього чверть від загального числа. А інженерів, техніків, обслуговуючого персоналу підвищення зарплати не стосується. Значить, соціальна нерівність у колективах, подібних САО, буде екстраполюватися на дослідницький процес.

Ще одне серйозне завдання — це входження в світову науку. І тут найреальніший шлях — вступ Росії до так званої Об'єднаної європейської обсерваторії, яка зараз об'єднує 12 європейських країн. Вступний внесок там визначається бюджетом держави і залежить від валового національного продукту. Для Росії експерти визначили вступний внесок в 70 мільйонів євро та ще плюс 9 мільйонів щорічно. Гроші колосальні. Таке питання можуть вирішити тільки дві людини в країні, але якимось чином нам треба туди вступати, тому що своїх інструментів у найближчій перспективі ми вже не побудуємо, і сподіватися можна тільки на участь у якій-небудь великій міжнародній програмі. Зокрема під час візиту у жовтні 2009 року Генерального директора Європейської південної обсерваторії Тима де Зеу було підписано Меморандум про співпрацю.

З січня 2007 року Європа почала будувати новий телескоп із дзеркалом 40-50 метрів. Вартість цього інструмента перевищує два мільярди євро. Яка країна самостійно потягне такий проект?! У Європі зацікавилися Росією, яка, за їхнім уявленням, шалено багата — за цифрами експорту газу, нафти...

— **Юрію Юрійовичу, в обсерваторії ми з цікавістю знайомилися з ювілейним стендом САО. Як видно зі старих фотографій, у вас у ті роки був особливий підйом, особливий настрій...**

— Звичайно, ми всі були тоді дуже молодими й енергійними. І була в країні особлива увага до науки. Тодішній президент АН СРСР академік *М. В. Келдіш* приїжджав до нас неодноразово, так само, як і міністр оборонної промисловості СРСР *Д. Ф. Устінов*. А зараз, окрім керівництва республіки, ніхто не приїжджає — дуже далеким здається Кавказ із Москви.

— **Які, на ваш погляд, мають бути передумови в суспільстві, що має змінитися в ім'я відродження науки?**

— Суспільство має стати по-справжньому багатим. Воно має відчувати солідарність у пошуках розв'язань найгостріших проблем, включаючи і проблему науки й освіти. Наведу приклад Франції, яку я непогано знаю, оскільки провів там роки. Так от, середній француз відчуває себе відповідальним за всю свою країну. Йому до всього є справа: до проблем селянських господарств, до цін на бензин, до вирубування лісів, до питань освіти. Пригадуєте: коли декілька років тому там щось трапилося з оплатою праці викладачів в університетах, на вулиці вийшли не тільки викладачі і студенти, але й уся Франція. Тому що люди відчувають відповідальність.

Має пройти час. Все-таки діалектика є діалектикою: рано чи пізно механізми виявлення і вираження інтересів цивільного суспільства повинні запрацювати. Суспільство не може жити вічно в обстановці якоїсь "гламурності" та наслідування чужих російським головам моделей. Держава, яка зміцніла, відновить здатність відстоювати національні інтереси. Ось тоді і наука знадобиться.

— **Юрію Юрійовичу, з вашим науковим авторитетом ви, можна сказати, людина світу. Тобто, в іншій країні теж могли б осісти спокійно. Чому ви цього не робите?**

— Тому що я — солдат, солдат своєї справи. Мені доручено... Є такі люди: їм доручено справу, і вони не можуть її кинути. Такий ось солдатський світогляд. Доручено завдання — людина має тягнути. Інакше не треба було братися.



## Астрономічні аспекти теорії походження життя.

**Ч**и є життя на Марсі, чи його там немає — науки про це й сьогодні ще невідомо. Проте ми точно знаємо, що на нашій Землі життя є; саме на цій, третій від Сонця планеті. Сонце належить до так званих жовтих карликових зір спектрального класу G2; воно знаходиться не по центру нашої Галактики, але й не на її окраїнах: десь на відстані трохи далі за половину її середнього розміру між такими відомими нам зорями як Альтаір, Проксима та альфа-Центавра. Зараз наше Сонце рухається крізь місцеву міжзоряну хмару в так званій ділянці зореутворення Скорпіона-Центавра і може її покинути протягом наступних 10000 років. На кінець 2009 р. різними методами відкрито понад 360 так званих екзопланет навколо понад 300 зір і науковцям дуже хочеться відкрити позасонячні планети, які будуть чимось схожі на нашу Землю. І все це саме для того, щоб спробувати знайти там умови, які можуть бути близьким до наявних на Землі, які є комфортними для відомої нам білкової форми життя.

Для цього спочатку необхідно знайти планету з твердою поверхнею і

кисневою атмосферою з комфортною температурою на її поверхні при відсутності шкідливих несумісних з відомими нам формами життя випромінювань. Найкритичнішою умовою вважається наявність на такій планеті води в рідкому стані. Тому середня температура на поверхні такої планети повинна бути близькою до  $0^{\circ}\text{C}$  і не перевищувати точки кипіння  $+100^{\circ}\text{C}$ . Наприклад, середня температура на поверхні Землі становить  $+15^{\circ}\text{C}$ , хоч її відмінність в різних точках земної кулі перебуває в межах від  $-90$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Ділянки космосу з умовами, сприятливими для розвитку життя у відомому нам на Землі вигляді, астрономи називають “сприятливими для життя зонами”. Саме планети земного типу і їхні супутники, які перебувають у таких зонах, і можуть бути найімовірнішими місцями прояву неземних форм життя. Виникнення таких сприятливих умов можливе в тих випадках, коли планета розташовується відразу в двох сприятливих для життя зонах: у навколосонячній і галактичній.

Навколосонячна зона, яку в літературі часто називають “*екосфера*” — це *уявна сферична оболонка навколо зорі, в*

*межах якої температура на поверхні планет допускає наявність води.* Чим вища температура материнської зорі, тим далі від неї міститься така зона. У нашій Сонячній системі такі умови на сьогодні є лише на Землі. Найближчі ж до неї планети Венера й Марс розташовані якраз на межах зони: Венера — з гарячого, а Марс — з холодного її боку.

Галактична “сприятлива для життя зона” є безпечною для прояву життя ділянкою міжзоряного простору, яка розташована досить близько до центру Галактики з тим, щоб містити значну кількість важких хімічних елементів, необхідних для формування планет з кам'яною поверхнею і гарячим ядром. Водночас ця ділянка має бути і досить віддаленою від центра Галактики, щоб уникнути шкідливих радіаційних спалахів, які виникають при вибухах наднових зір, та зіткнень з численними масивними кометами й астероїдами, що можуть бути викликані гравітаційним впливом блукаючих зірок поблизу галактичного центра. В нашій Галактиці “сприятлива для життя зона” розташовується на відстані приблизно 25 000 світлових років від свого цент-

ра. Саме тут і розташована наша Сонячна система. Крім Сонця до цієї зони входить лише близько 5% від усіх зір нашої Галактики. Майбутні пошуки планет земного типу біля інших зір, які заплановано проводити за допомогою космічних станцій, націлені саме на такі сприятливі для життя ділянки. Це дозволить істотно обмежити зону пошуку і дасть надію на виявлення життя поза Землею. Список з 5000 найбільш перспективних зір на сьогодні вже підготовлено, а першочерговому вивченню буде піддано околиці 30 зір з цього списку, розташування яких вважається найсприятливішим для виникнення життя.

*Біосфера Землі, як сфера розповсюдження живої речовини, має верхню межу життя в атмосфері на висотах 22-25 км. На цій висоті виявлені спори бактерій і грибів. Нижня межа життя проникає в літосферу на глибину до 2-3 км, концентруючись, в основному, в шарі глибиною до 6-8 м. Тільки у гідросфері життя розповсюджується на всю глибину, аж до дна Маріанської западини в Тихому океані — 11022 м. Земним життям освоєні наступні діапазони фізико-хімічних чинників середовища: температура — від -18°C до +104°C; гідростатичний тиск — від ~0 до 1400 бар; солоність — від бідистилляту до насичених розчинів солей.*

Термін "біосфера" був введений у вжиток французьким природодослідником Ж.-Б. Ламарком (1744-1829). Термін вживався в розумінні "сферичний організм" планетарного масштабу. Тут слід пригадати і гіпотезу про походження життя англійського хіміка Дж.Е. Лавлока: декілька мільярдів років тому вся земля кора разом з атмосферою і гідросферою була єдиною кібернетичною саморегульованою (гомеостатичною) системою, у якій і з'явилися передумови виникнення життя [27]. Є й сучасніші варіанти цієї концепції [33].

Наукове розв'язання проблеми походження життя і біологічного поля має величезне пізнавальне значення й у теоретичному, світоглядному аспекті, й у прикладному: — створення основи синтетичної теорії еволюції (адже теорія Дарвіна залишила без відповіді низку запитань; таких наприклад, як виникнення первинних живих організмів, з яких і розвинулося все живе); — синтез правил цілеспрямованого конструювання і створення квазі-біооб'єктів (наприклад, на основі кремнію) і біооб'єктів різного рівня організації із заданими властивостями (напрям принципово відмінний за теорією і методами від генної інженерії). Основна проблема сучасної теорії —

це проблема виникнення з первинної хаотичної суміші різних хімічних елементів і простих з'єднань полімерних систем, що самоорганізуються, та їх подальша еволюція [19, 23, 25, 26].

Швидше за все, еволюція почалася з випадкових подій або із закономірних "актів творіння" незрозумілої поки що фізико-хімічної природи. Проте випадкову самоорганізацію хаосу і виникнення необхідної еволюції важко уявити. Оцінки вірогідності цих процесів лежать в інтервалі від 10-255 і до 10-800 [7]. Тобто події були практично неймовірними. Альтернативний варіант сприймають як аргумент на користь креаціонізму, а зрештою, як доказ буття божого.

У 1844 р., незадовго до виходу в світ знаменитої книги Ч. Дарвіна "Походження видів", з'явилася витримана в матеріалістичному дусі книга анонімного автора "Сліди природної теорії творіння" (див. в [17]). Факти, викладені в ній підготували ґрунт для сприятливого ставлення вченого світу Європи до праці Ч. Дарвіна. У "Походженні видів" Дарвін наводить таку цитату зі "Слідів...": "... різні ряди одухотворених істот, починаючи з простих і найдавніших, і закінчуючи вищими й найпізнішими, дією промислу божого є результатом, по-перше, наданого життєвими формам імпульсу, який спонукав їх у певні епохи проходити за допомогою розмноження через відомі ступені організації, що завершилися вищими дводольними і хребетними; ... по-друге, наданням іншого імпульсу, пов'язаного з життєвими силами, які прагнуть упродовж поколінь змінювати органічні структури відповідно до зовнішніх умов..." [10]. Системний підхід до проблеми походження життя зобов'язує звернутися до двох принципів, використання яких є досить плідним.

**1. Принцип необхідної різноманітності [4]: упорядкувати різноманітність у системі може тільки глобальна надсистема, що володіє достатньою різноманітністю. (Це формулювання дане в нашій редакції відповідно до принципу Фейнмана: правильні закони фізики допускають величезну кількість різних формувань).**

**2. Принцип зовнішнього доповнення [4]: "... через теорему неповноти Геделя будь-яка мова управління зрештою недостаття для виконання поставлених завдань, але цей недолік можна усунути завдяки включенню якоїсь "чорної скриньки" в ланцюг управління. Призначення "чорної скриньки" полягає саме в тому, щоб формулювати розв'язок, вилучений мовою вищого порядку, який за визначенням не може бути висловлений у термінах управління".**

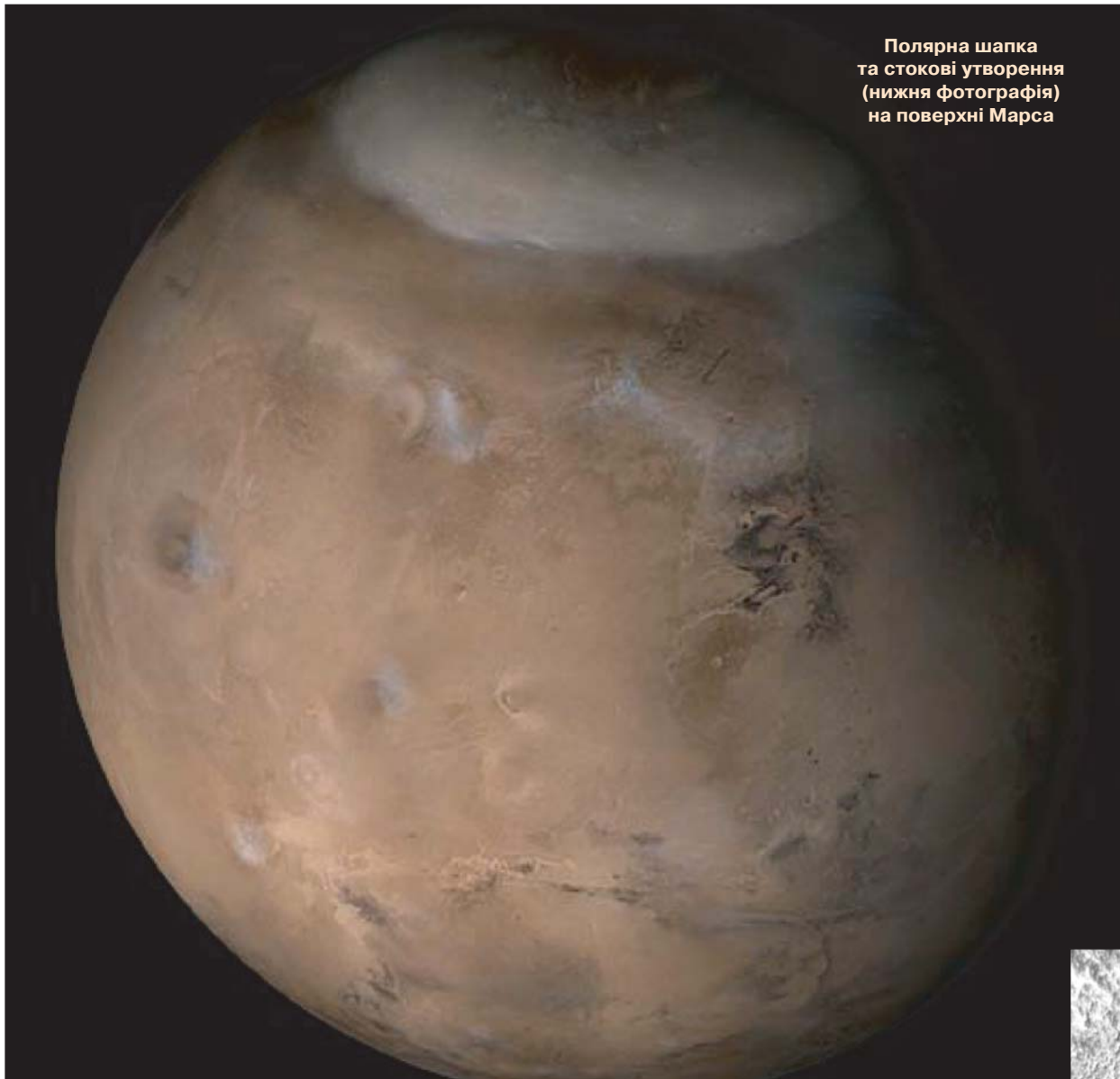
З вищевикладеного, а також із врахуванням загальноприйнятої зараз думки, що "... поява й утворення на нашій планеті живої матерії є явне явище космічного характеру" [13], можна зробити висновок: перший життєствердний імпульс мав космічне походження. Можливість космічного впливу на біологічні та фізико-хімічні процеси підтверджено шістьма незалежними групами фактів [1, 2, 8, 9, 15, 18, 20, 21, 22, 26, 29-30, 32, 33]: 1) ефект Піккарді, 2) місячні та планетні впливи на біологічні об'єкти різного рівня організації і складності, 3) сонячні, місячні та планетні впливи на фізичні явища в атмосферах планет, 4) ефекти впливу космічних променів, 5) синхронізм різних популяцій біооб'єктів у різних місцях Землі, 6) довготривалі флуктуації фізико-хімічних і біологічних проявів проб біоридин.

У такому разі виникнення життя можна розглядати як перехідний процес становлення біосфери після імпульсної дії, оскільки він відрізняється наступними характерними особливостями: а) порівняною короткочасністю; б) планетарним масштабом процесу. На користь цього свідчать такі факти.

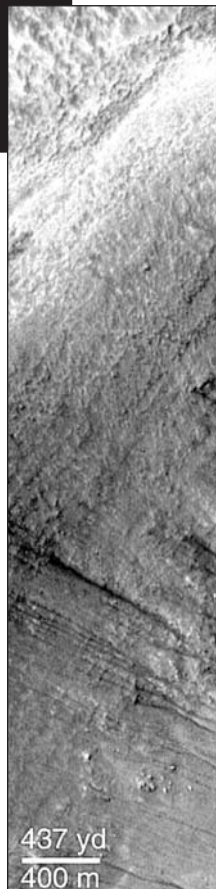
**1. Вік земної кори 4.7-5.0 млрд. років. За останніми даними нижній рубіж виникнення життя опустився вже до 3.45-3.55 млрд. років і впритул наблизився до віку якнайдавніших осадових порід на Землі (3.76 млрд. років) — метакварцитів, гнейсів, гранітів.** Якщо припустити, що вуглеводневі сланці є біологічними залишками, то вік життя взагалі складе 3.1-4.7 млрд. років [19]. Деякі дослідники вважають, що прості еобіоти з'явилися на Землі, ймовірно, раніше 4.25 млрд. років [25]. На думку В.І. Вернадського "... в межах геологічного часу життя повинне вважатися одвічним, і що в ці часи завжди на Землі існувала жива речовина" [6].

**2. Процес появи органічної речовини на Землі мав свою особливість: вся маса органіки в 10-15 тонн виникла протягом дуже малого (у геологічному масштабі) часу (порядку 1-10 млн. років) відразу в масштабі всієї планети.** В.І. Вернадський у зв'язку з цим писав [6]: "... як кількість живої речовини, так і її склад, кількість окремих складових її хімічних елементів залишилися незмінними, або майже незмінними протягом існуючого геологічного часу". Тобто жива речовина еволюціонувала через різні форми свого існування, але її маса залишилася практично незмінною і до цього дня.

Імпульс міг бути короткочасний (порядку століть чи тисячоліть); і це міг бути, наприклад, могутній потік



Полярна шапка та стокові утворення (нижня фотографія) на поверхні Марса



космічного корпускулярного випромінювання, що виникає при спалахах Наднових зір, чи потік когерентного електромагнітного випромінювання видимого, або поруч розташованого діапазонів від космічних лазерів [9]. Наприклад, для побудови газових лазерів використовують газ CO<sub>2</sub>. Відомо, що зараз атмосфери Венери й Марса значною мірою складаються саме з цього газу. Сонце є могутнім джерелом енергії для накачування активного середовища такого природного лазера. Сонячна радіація в таких атмосферах планет перетворюється в їхнє власне теплове випромінювання. У зв'язку з цим багато авторів висували гіпотезу про те, що Марс і Венера є природними інфрачервоними лазерами [9], які за певних умов опромінювання планет Сонцем можуть значною мірою вплинути і на фізико-хімічні умови в атмосфері Землі.

З розглянутих вище двох першочинних причин перевагу, мабуть, слід віддати потоку когерентного електромагнітного випромінювання, оскільки:

*\* корпускулярне випромінювання менш організоване, ніж когерентне електромагнітне; енергія корпускулярного випромінювання може бути використана для абіогенезу органічних речовин, але ніяк не може бути чинником планетарного впорядкування і структуризації синтезованих речовин”;*

*\* у біосистемах роль корпускулярних випромінювань як чинників регуляції того чи іншого рівня є незначною через відсутність специфічних рецепторів на клітинному рівні;*

*\* існує розвинений фотосинтетичний апарат у рослин і водоростей для утилізації енергії електромагнітних хвиль світлового діапазону; загальновідома й роль світла в регуляції життєдіяльності, наявність фоторецепторів у ссавців та інших живих систем, існування міжклітинних світлових потоків.*

Такий когерентний електромагнітний потік повинен був мати характер відокремленого хвильового пакету (так званого солітона) і володіти, відповідно, такими властивостями:

*\* здатністю протягом тривалого часу зберігати свою форму, не дивлячись на вплив дій, що не перевищують певного порогу;*

*\* здатністю зливатися із собою подібними, а потім розпадатися на окремі пакети, зберігаючи ті самі характеристики, які передували злиттю;*

*\* здатністю поглинати енергію зовнішніх збурень.*

Такий імпульс, взаємодіючи з літосферою, гідро-сферою, атмосферою планети та з абіогенною синтезованою органікою, сприяв

додатковому каталізу і синтезу складніших біоорганічних речовин; генерації нових морфологічно стійких протоструктур, стабілізації і підтримці нових і вже наявних на той час структур.

Імпульс першого роду в тій або іншій формі надалі повторювався і саме з ним пов'язана наявність перехідних процесів у розвитку біосфери Землі, поява і зникнення таксонів та біологічних видів. Астрономічні масштаби відстаней між Землею і якимось гіпотетичним джерелом креаційного імпульсу, безумовно зменшують його енергію. Можливо, енергію такого імпульсу реально порівнювати з енергією земних процесів (потоки сонячного випромінювання у видимій ділянці, в ультрафіолеті і в більш короткохвильовому діапазоні, радіоактивне випромінювання надр, теплота від вулканізму, електромагнітні процеси в літосфері, гідросфері й атмосфері). Закономірно виникає запитання: чи може дія з характерною енергією, меншою від середньої енергії теплового фону ( $\sim kT$ ), мати хоч яку-небудь біологічну значущість? Проте концепція стохастичного резонансу дозволяє ствердно відповісти на це запитання.

Стохастичний резонанс проявляється в тому, що в бістабільній або мультістабільній системі, що перебуває під впливом шуму і періодичного сигналу, відношення сигналу й шуму

відповідної системи проходить через максимум при збільшенні зовнішнього шуму (під відповіддю, зазвичай, розуміють “перемикання” системи з одного стабільного стану в інший). За відсутності періодичного сигналу такі перемикання є зовсім випадковими, а при його появі перемикання стають більш-менш скорельованими з періодичним сигналом [16]. Цей, корельований із сигналом складник відповіді зазвичай невразний у широкому діапазоні інтенсивностей шуму. Проте, при деякому резонансному значенні інтенсивності шуму, кореляція поліпшується, іноді до виникнення функціонального зв'язку.

У 1982 р. це явище було запропоноване і для пояснення регулярності льодовикових періодів: стабільними передбачали стани Землі з сильним і слабким заледінням; як шум там виступали флуктуації балансу поглинання й випромінювання Землею сонячної енергії, а періодичне збурення викликалося коливанням ексцентриситету земної орбіти з характерним періодом в 100000 років.

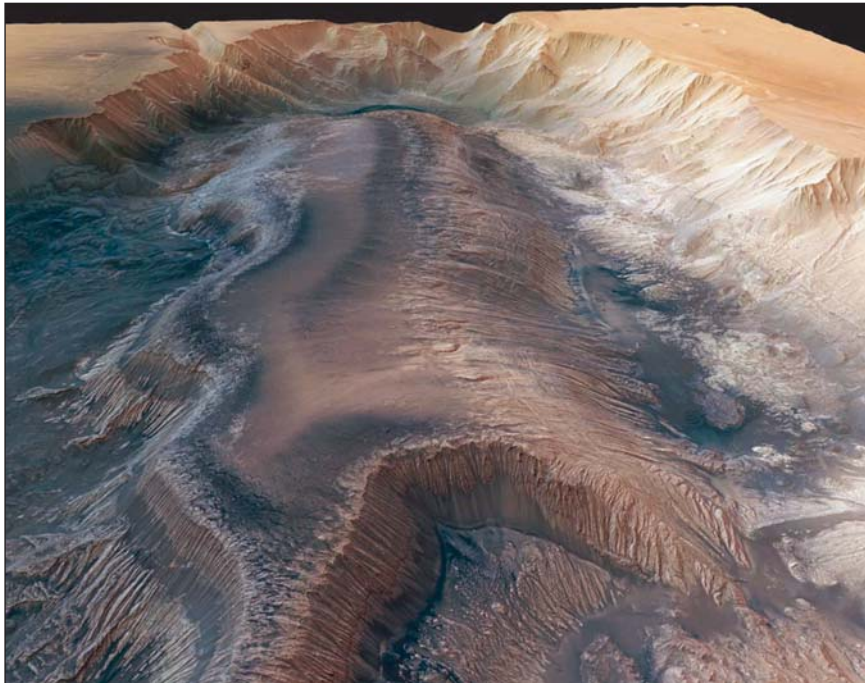
В рамках нашого викладу як шум можна розглядати флуктуації балансу поглинання й випромінювання Землею сонячної енергії (як основний компонент земної енергетики), а періодичною дією виступає гіпотетичний хвильовий пакет когерентного випромінювання від Сонця, сфокусо-

ваний атмосферою Венери на нашу Землю. Виникнення з'єднань вуглецю в літосфері, гідросфері й атмосфері Землі двічі зобов'язане відсутності тоді в цих середовищах вільного кисню: по-перше, тільки в умовах безкисневої атмосфери можливий 1-ий етап зародження життя — абіогенез; по-друге, тільки в безкисневій атмосфері ці з'єднання могли залишатися стабільними чи руйнуватися значно повільніше, ніж шов їх синтез [28].

При використанні умов, близьких до передбіотичних, в роботі [13] була продемонстрована можливість формування так званих смектичних рідиннокристалічних (РК) структур. Кінцевий результат їхньої хімічної і біологічної еволюції — сучасні живі організми, яким властиві загальна біохімічна і рідиннокристалічна основи. До нинішнього часу відомо близько 7000 біоорганічних і органічних з'єднань, здатних утворювати рідинні кристали. Варто відмітити, що синтетичні РК структури без зживання спеціальних заходів з їхнього захисту швидко розпадаються. Рідиннокристалічний стан речовини можна визначити як стан, якому одночасно властиві і властивості рідин (висока пластичність, що доходить до плинності; з нею часто пов'язана відсутність прямолінійних кутових обмежень; здатність утворювати краплі; злиття крапель при зіткненні і т. ін.), і властивості кристалів (анізотропія акустичних, електромагнітних і інших фізико-хімічних властивостей, подвійне променезаломлення і т. ін.)

Рідиннокристалічну структуру “*in vitro*” мають [13, 14, 20]: білки, що мають властивість скорочуватися (актин, міозин, мероміозин, тропоміозин, флагеллін, білок фага T2, білок плазмодія міксоміцета), нуклеїнові кислоти (мРНК, ДНК, РНК), гемоглобін, хлорофіл, колаген і проколаген, ферменти (тринсін, гліцил-мРНК-синтеза), фосфоліпіди (фосфатидилсерін, фосфатидилхолін, фосфатидилінозит, фосфатидилетаноламін), глікофінголіпіди, речовини ліпідної природи (лецитин, керозин, цереброзид, кардіолінін, сфінгомелін, моногліцериди), поліпептиди, ефіри холестерину. Розрахунки показали, що за 1 млрд. років на кожному квадратному сантиметрі поверхні Землі могло утворитися понад 200 кг амінокислот [6]. В експериментальних умовах всі види енергії були використані для моделювання абіогенного синтезу органічних і біоорганічних речовин в умовах первинних атмосфери, літосфери і гідросфери Землі. І, в першому наближенні, в усіх випадках був отриманий однаковий результат: якісний склад молекул визнача-





ється не природою молекул, а складом початкового середовища. В цих дослідах також були отримані різні варіанти протоструктур з різними ступенями примітивної біологічної активності.

*"In vivo" в рідиннокристалічному стані перебувають: мембрани всіх клітин і органи; гладкі й поперечно-смугасті м'язові волокна; хлопцати; сперматозоїди; кристалик ока; скупчення вірусів 3 і 4, X- і Y вірусів картоплі, вірусів ТМ і мозаїки белени; кров; компоненти атеросклерозних бляшок. Віруси й фізико-хімічна дія здатні індукувати РК включення білкової природи в цитоплазмі та в ядрах клітин [13].*

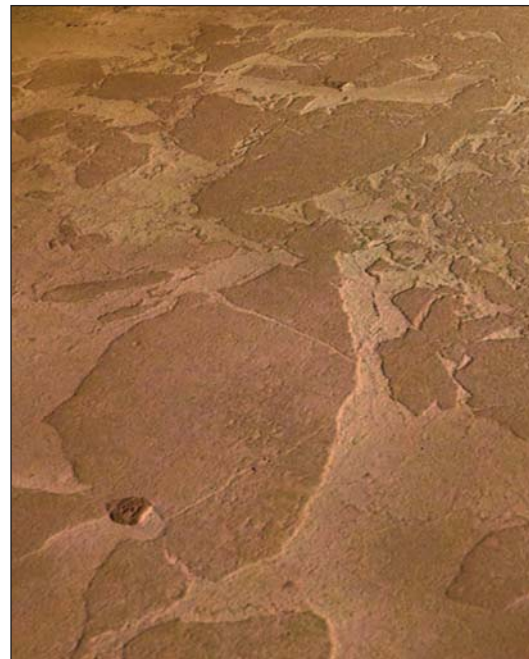
Більшість моделей інопланетних форм життя завжди пропонують на підставі припущення, що ці шукані форми живого характеризуються фундаментальними властивостями і ознаками земних біосистем [24]. Якщо справді рідиннокристалічний стан є єдиним з агрегатних станів, на основі якого може функціонувати живий організм (хімічні властивості якого також задовольняють вимогам, що забезпечують можливість основних життєвих процесів), тоді ми зможемо зрозуміти природу наявності життя за умов, що відрізняються від земних. Фізичні властивості такої рідиннокристалічної структури інопланетного походження будуть схожими на властивості наших рідиннокристалічних біоструктур, оскільки і ті, й інші з термодинамічної точки зору є системою зі зниженою термодинамічною стійкістю. Хоча це здається парадоксальним, але саме системи зі зниженою стійкістю дуже повільно й слабо реагують на зовнішні дії завдяки низьким

значенням кінетичних коефіцієнтів (таких як коефіцієнт дифузії, коефіцієнт теплопровідності) і коефіцієнтів стійкості, які характеризують термодинамічну рівновагу й кінетику процесів, що відбуваються при малих відхиленнях від нього. Вони перебувають у стані рівноваги такому, що повертальні сили, які прагнуть повернути їх в цей стан, дуже малі, а сили опору, за природою аналогічні силі тертя — значні. Ця властивість полегшує "виживання" рідиннокристалічних фаз, які перебувають в інших однакових умовах порівняно з іншими фазами.

Тому, якщо дві системи з близькими хімічними властивостями перебувають одна в рідиннокристалічному стані, а інша в рідкому або твердому, то рідиннокристалічна система має більше шансів "вижити" при досить широкомасштабній дії температури, тиску та інших зовнішніх чинників, — ніж рідка або тверда система, оскільки їй не загрожує, наприклад, повна втрата форми і структури та різка зміна всіх механічних властивостей, що відбувається при плавленні твердої форми та випаровуванні рідкої. Притому, настільки повільна, що при нетривалій зовнішній дії система навіть не встигне пройти повністю через всі фази розвитку зовнішньої дії.

Другим імпульсом, "...зв'язаним із життєвими силами...", є, на нашу думку, біологічне поле. Згідно з визначенням, біологічне поле є динамічною системою ендогенних і екзогенних фізико-хімічних полів тієї або іншої елементарної одиниці живого (належній інтеграції), що генеруються різними її структурами в процесах життє-

діяльності і взаємодії з фізико-хімічними полями навколишнього середовища. Компонентами біополя є електричні, магнітні, електромагнітні, акустичні поля найширшого діапазону частот, поля механічної напруги структур, гравітаційні поля й градієнти розподілу біохімічних речовин, із яких складається дана одиниця живого [3]. Переважну роль електромагнітної взаємодії в біополі можна пояснити, застосовуючи принцип дисиметрії Кюрі: *"якщо декілька різних явищ природи накладаються одне на інше, утворюючи надалі єдину систему, то їхні дисиметрії складаються. В результаті залишаються лише ті елементи симетрії, які є загальними для кожного окремо взятого явища. Першими джерелами біополя є фазові переходи на межах розділу середовищ: мембрана коацерватної краплини, мікросфери, марігранули первинного організму — внутрішнє середовище; мембрана — зовнішнє середовище (електроліт).*



*У плані розгляду космічного когерентного електромагнітного випромінювання як джерела перехідних процесів біосфери Землі слід зазначити, що когерентне випромінювання лазера здатне генерувати фазові переходи "твердий кристал — рідинний кристал", "ізотропна рідина — рідинний кристал", "рідинний кристал — рідинний кристал".*

Еволюція біополя проходила, мабуть, по шляху створення багатофункціональних речовин і тканин, здатних і до генерації інтенсивніших компонентів біополя, таких, наприклад, як колаген, холестерин, хітин, ДНК, РНК, хрящокістковий і ціліснокістковий скелети. Перераховані речовини і структури, як відомо, є хорошими п'є-

зоелектриками [3]. Освоєння суші хребетними сприяло різкому збільшенню навантаження на опорні тканини організму і клітини (скелет, колагенова система, цитоскелет), що також призвело до посилення електричних компонентів біополя.

На підставі аналізу матеріалу, накопиченого біологією і біофізикою, можна припустити, що процес еволюції відносно агрегатного стану походив від ізотропно-рідинного і твердокристалічного станів неорганічної природи через ліотропні рідинні кристали в рідинному середовищі, або на твердокристалічній основі до сучасної інтеграційної структури вищих форм життя, що поєднують у собі ізотропно-рідинні, рідиннокристалічні і твердокристалічні стани структур. Багатофазна структура організмів сприяє великій формоємності живого організму, його витривалості до зовнішніх дій і до генерації компонентів біополя — зовнішніх і внутрішніх.



Межа розділу фаз була й площиною прикладання фізичних полів навколишнього середовища. Відомо, що при проходженні через неї електромагнітних коливань, ультразвукових хвиль на межі розділу виникає різниця електричних потенціалів [11]. Такий пограничний потенціал міг відігравати подвійну роль: отримання протобіотом інформації про характеристики навколишнього середовища; запасає енергії для підтримки структури впродовж різних інтервалів часу, зумовлених рівнем досконалості власних механізмів генерації потенціалу.

**Фотографії утворень на поверхні Марса, що свідчать про існування води в минулому і сьогодні**

Таким чином, зі сказаного випливає три висновки:

1. *Виникнення життя і його еволюцію можна представити як ланцюг перехідних процесів, викликаних електромагнітним когерентним випромінюванням космічного походження.*

2. *Електромагнітний характер взаємодії абіогенних синтезованих органічних речовин і космічного випромінювання сприяв виникненню біополя з переважно електромагнітними компонентами.*

3. *Еволюція біооб'єктів йшла по шляху створення й вдосконалення: структур і речовин, що генерують компоненти біополя; багатофазних структур організму; структур, що дозволяють використовувати екзогенні впливи навколишнього середовища.*

Особливе місце в цьому ряду займає концепція панспермії шведського хіміка Сванте Арєніуса, яка стимулювала появу цілого сімейства її різних варіантів [26]. Ця концепція узгоджується з принципами необхідної різноманітності та зовнішнього доповнення. Відмінною рисою концепції є перенесення місця виникнення біоорганічних з'єднань, макромолекул, що самовідтворюються, систем і первинних організмів у космос на інші небесні об'єкти: комети, планети, супутники планет, газопилові хмари і таке інше. Проте, факт перенесення лише маскує, або відкладає проблему розв'язання походження життя [21, 26, 29]. Ми вимушені обмежуватися вивченням історії виникнення однієї з форм життя, яке можемо спостерігати в реальному масштабі часу на Землі. Могли бути й інші форми життя на Землі в раніші періоди її існування (деякі з них можуть бути причиною спостережуваних аномальних явищ), абсолютно не зіставні з тими, що існу-

ють зараз, і цілком можливо, що людству вдасться створити деякі з них штучно. Скажімо, неодноразово розглядали можливість життя на основі кремнію. Нагадаємо, що на нижній межі кембрію [28] велика кількість різних тварин, які перебували на різних рівнях еволюційного розвитку, майже одночасно сформували зовнішній скелет: хітиновий, кальцитовий, кремнієвий, фосфатний.

У роботі [31] обговорено питання про можливість існування складних нехімічних систем, що розвиваються, які можуть мати низку властивостей (з погляду накопичення й передачі інформації), які дозволяють характеризувати їх як “живі” системи. Принципові вимоги до таких систем є наступними: необхідність стабільної фізичної структури, наявність великого запасу інформації і здатність передавати цю інформацію навколишньому середовищу. Одним із можливих прикладів такого типу систем є кристали із закріпленими лінійними дислокаціями. Після механічного впливу на них вони здатні генерувати циклічні дислокації за відомим механізмом *Франка-Ріда* і, зокрема, складні переплетені системи циклічних дислокацій, що несуть значний об'єм топологічної інформації. У свою чергу, ці ланцюги дислокацій можуть генерувати нові ланцюги (аналогічно до синтезу білків на основі ДНК). Можливі ділянки існування таких кристалічних форм життя можуть бути зосереджені й у білих карликах, і в ядрах нейтронних зір.

До вищевикладеного близькі експериментальні роботи *Є.А. Каймакова* [12], в яких із багатокомпонентного початкового “бульйону” він отримував шляхом сублімації (фазовий перехід II-го роду) біосублікони — крижані стержні, на поверхні яких накручені





спіралі зі скручених один з одним ланцюгів різних біополімерів. При цьому були реалізовані наступні режими:

1) збірка ланцюгових послідовностей біополімерів з близькими параметрами кристалізації;

2) почергове з'єднання в окремі ланцюги періодичних і аперіодичних ділянок, що неминуче виникають через градієнт концентрації при заморожуванні та через відмінності в швидкостях міграції на ступенях дислокації;

3) просторове розділення ланцюгів;

4) взаємна кореляція мономерів у близьких ланцюгах (ланцюги з амінокислот — матриця для нуклеотидів і навіпки);

5) відбір: жорсткий ультрафіолет та іонізуюче випромінювання для деструкції наростаючих шарів; змивання водою і гідроліз ланцюгів;

6) моделювання взаємодії високого порядку і біологічної активності після розплавлення крижаного сердечника.

Досить переконлива модель походження життя як процесу матричного формування мінеральних кристалів, яка узгоджується й зі звичайною біохімією розчинів, і з фазовими процесами в рідинних кристалах.

Однією з екологічних ніш для виникнення життя є глибоководна вулканічна діяльність, де практично відсутнє світло, проте там достатньо тепло (+10–20 °C), є кисень, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S. Одна з наявних там форм життя — так звані погонофори; вони фіксують на каменях трубки-організми завдовжки до 1 м, які складаються тільки із системи кровообігу. Система транспортує O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S від “жабер” на кінцях трубки — всередину, в капіляри, які пронизують нутроці цієї трубки. Об'єм крові становить до 30% всієї маси погонофор. Генетично власної системи енергозабезпечення у по-

гонофор немає. Всередині їх організму міститься (не контактуючи безпосередньо із зовнішнім середовищем) колонія бактерій — хемолітоавтотрофів, генетично чужих організму погонофор, але вони взаємодіють з навколишнім середовищем через її кровеносну систему (саме тому визначити “господаря” в цій парі неможливо). Основа енергетики бактерій — окислення H<sub>2</sub>S з утворенням універсального енергоносія АТФ, котрий і постачає бактерій до погонофори. H<sub>2</sub>S отруйний для звичайного гемоглобіну, а тому O<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>S у процесі транспортування не повинні контактувати між собою. Тому погонофори мають свій власний гемоглобін, здатний забезпечувати таку складну систему внутрішнього транспортування крові.

Складними й оригінальними формами життя, що використовують H<sub>2</sub>S, заселені практично всі вулканічні глибоководні западини океанів. Але тожності видів у них не спостерігається. Подібні симбіотичні форми життя мають місце і на поверхні Землі: у солоних болотах, поблизу місць просочування нафти, в районах скидання стічних вод — тобто в місцях, багатих на H<sub>2</sub>S. Стереотип форми, структури і функції клітини, а також організму — це зовнішній спостережуваний прояв зміни процесів метаболізму. Причому характер спостережуваної життєдіяльності закодований у вигляді послідовності основи молекули ДНК. Зчитування цієї біологічно значущої інформації відбувається при дії на ДНК фізико-хімічних чинників навколишнього середовища. При цьому зручно представити клітину як функціональну систему Ганемана-Кюв'є-Анохіна, в якій повнота зчитування залежить від так званої аферентації клітини,

організму і середовища її існування.

Деякі види інформації зберігаються на ДНК з якнайдавніших часів до наших днів (тобто, у певному значенні ДНК — це своєрідний літопис всього періоду існування життя на Землі). Згідно з принципом безперервності в природі заборонені напрями еволюції, які зводять нанівещь всю накопичену в біоструктурах інформацію. Встановлено, що у багатьох організмів кількість генетичної інформації, що міститься в їхніх клітинах, є надмірною. Скажімо, в геномі людини маємо 99% ДНК так званої надмірної, що “мовчить” у даний момент. Припускають, що саме наявність цієї надмірної інформації в геномі до певної міри амортизує вплив несприятливих зовнішніх чинників, оберігаючи організм від загибелі [14]. Тут доречно нагадати про численні дослідження (що тривають і зараз) глибоководних занурень людини, використання дихальних сумішей, що містять 2–3% кисню, або дихальні рідини зі вмістом водню H<sub>2</sub>.

Оцінюючи в цілому публікації з цього питання, можна зробити такі висновки:

**1. Спостерігаємо відсутність принципово нових розв'язань у проблемі постановки експерименту моделювання процесу походження життя: методологія, парадигма експерименту залишилася на рівні однієї з перших класичних робіт. Теоретичні побудови залишаються грою розуму й витонченої наукової словесності.**

**2. Попередній висновок справедливий і щодо теоретичного синтезу біології і фізіології гіпотетичних організмів — наприклад, можливих мешканців Марса, Венери, інших планет, океанів на супутниках Юпітера і Сатурна, екзопланетах і т.д. [2, 9, 15, 24, 30].**

#### Література

1. Агулова Л.П. Проблемы и перспективы изучения космобиосферных связей // Биофизика.—1992.—№3.—С.407-413.
2. Аксенов С.И. О критериях возможности существования активной жизни на ближайших к Земле планетах //Биол. науки.—1968.—№7.—С.5-20.
3. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. — Киев., Наук. думка, 1990. — 224 с.
4. Бир С. Кибернетика и управление производством. — М.: Наука, 1965. — 392 с.
5. Бурба Г. Оазисы экзопланет // Вокруг света. — 2006. — № 9 (2792). — С. 56-61.
6. Вернадский В.Н. Живое вещество. —М.: Наука, 1978. — 358с.
7. Глушков В.М. Флуктуационная системология // Кибернетика. — 1979. —№2.—С. 114-115.
8. Гольданский В.И. Зерна межзвездной пыли как возможные холодные зародыши жизни. // Доклады АН СССР. — 1978. — С.823-826.
9. Гордиец Б.Н., Панченко В.И. Неравновесное инфракрасное излучение и природный лазерный эффект в атмосферах Венеры и

Марса // Космические исследования.— 1983. — №6. —С.86-91.

10. Дарвин Ч. Происхождение видов. — М.-Л.: Биомедгиз, 1937.—762 с.

11. Иоффе И.В. Возможность большого радиоэлектрического эффекта в холестерическом диэлектрике // Письма в ЖЭТФ.—1973. — С.457-459.

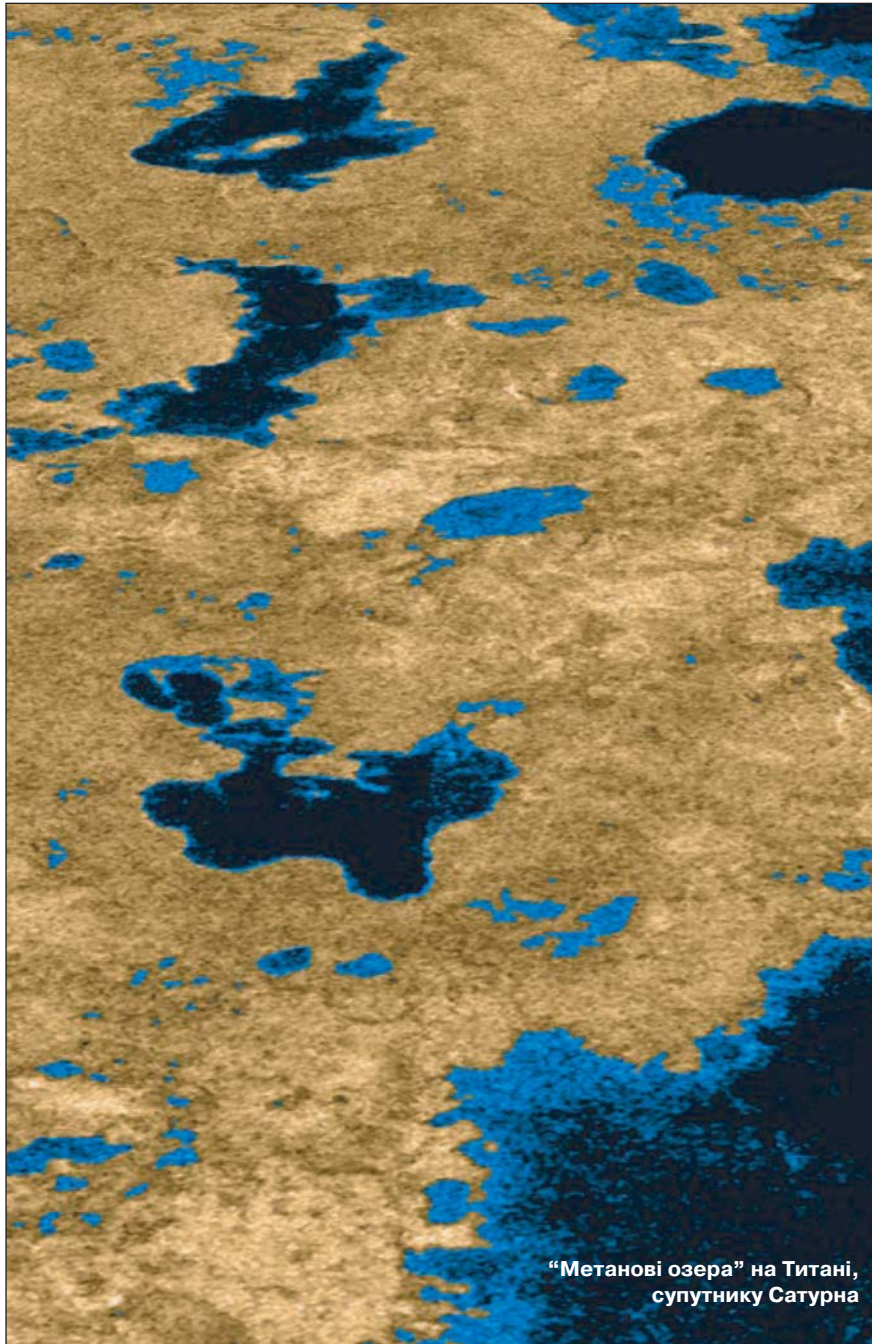
12. Каймаков Е.А. Возможный этап абиогенной молекулярной эволюции // Биофизика.— 1980.—№1.—С.7-11.

13. Колотилов Н.Н., Бакай З.А. Жидкокристаллическое состояние органических веществ и биоструктур // Молекулярная биология. —1977. — Вып.18. — С.104-113.

14. Колотилов Н.Н., Бакай З.А. Комбинированная терапия опухолей; системно-эволюционный подход. // Кибернетика и вычислит. техн. — 1979.—Вып. 45. — С.28-32.

15. Любарский К.А. Дыхание и минеральное питание гипотетических марсианских организмов и другие вопросы биологии Марса // Косм. биология и авиакосм. медицина. — 1969. —№4. — С. 12-17.

16. Макеев В.М. Стохастический резонанс и его возможная роль в живой природе. I. Стохастический резонанс // Биофизика. — 1993.— №1. — С. 194-201.



“Метанові озера” на Титані,  
супутнику Сатурна

3. Прийнятий нині сценарій виникнення життя заснований на хімічній еволюції біологічно важливих молекул, які абіогенно виникають, — блоків перших біологічних систем, простих інформаційних систем, здатних до матричного повторення й каталізу та до утворення перших доклітинних систем, подібних до ліпосом, і здатних використовувати енергію світла, ділитися і передавати генетичну інформацію.

4. В експериментальних роботах не відтворена яка-небудь реальна модель первинного організму, можливо, через коротку тривалість поставлених експериментів [7].

5. Мабуть, найбільш перспективними для практичної реалізації є концепції, наведені в роботах [12].

6. Для подальшого продовження і розвитку теоретичних і експериментальних робіт з цієї тематики необхідна розробка “технічного завдання” на основні параметри первинного біоорганізму (мінімальний набір функцій, хімічний і фізичний склад, розміри, тривалість існування, параметри навколишнього середовища).

*Анатолій Відьмаченко*  
доктор фіз.-мат. наук, професор,  
зав. відділом ГАО НАН України

*Олексій Стєклов*  
канд. фіз.-мат. наук,  
доцент Міжрегіональної  
Академії управління персоналом

*Микола Колотілов*  
доктор біол. наук,  
провідний науковий співробітник  
Науково-практичного центру  
променевої діагностики АМН України  
м. Київ

17. Орел В.Э. Психологический анализ творчества Дарвина // Природа. — 1976. — №9. — С.142-147.

18. Пиккарди Д. Химические основы медицинской климатологии. — Л.: Гидрометеоздат, 1967. — 96 с.

19. Симионеску К., Денеш Ф. Происхождение жизни. Химические теории. — М.: Мир, 1986. — 118 с.

20. Стєклов А.Ф., Колотілов Н.Н., Литвинов Н.Я. Биофизические приемники излучения // Научно-техн. прогресс в биологии и медицине. — 1985. — №2. — С.193-200.

21. Сухонос С.И. Космическая пыль стимулирует эволюцию? // Химия и жизнь. — 1988. — №1. — С.91-93.

22. Терновой К.С., Розенфельд Л.Г., Терновой Л.К., Колотілов Н.Н. — Причины поиска решений медицинских проблем. — Киев: Наук. думка, 1990. — 200 с.

23. Титаев А.А. Эволюция органических соединений на Земле. — М.: Наука, 1974. — 142с.

24. Фесенкова Л.В. Методологические аспекты исследований жизни в космосе. — М.: Наука, 1976. — 128 с.

25. Фокс С, Дозе К. Молекулярная эволюция и возникновения жизни. — М.: Мир, 1975. — 376 с.

26. Шкловский И.С. Вселенная. Жизнь. Разум. — М.: Наука, 1976. — 368 с.

27. Bottcher C.J. Het Gaia-system en de Gaia-hypothese // Chem.weekbiol.mag. — 1980. — № 1. — P. 45-47.

28. Broc T. D. Precambrian evolution // Nature. — 1980. — № 5788. — P. 214-215.

29. Haynes R. Etablierun von Leben auf dem Mars durch gerichtete Panspermie: Technische und ethische Probleme der Ocopoese. Vom. Phantastischen sum Moglichen // Biol.Zbl. — 1990. — № 3. — S.193-205.

30. Rothschild L. Earth analogs for Martian life. Microbes in evaporites, a new model system for life on Mars // Icarus. — 1990. — №1. — P. 246-260.

31. Schneider J. A model fon a non-chemical form of life: crystalline physiology // Orig. Life. — 1977. — №1. — P. 35-38

32. Sermoniti G. Evolution in absence of mutation // Biol. Forum. — 1989. — №3-4. — P. 320-322.

33. Tromp S.W. Recent observations suggesting extraterrestrial influence (aport from normal solar radiation effects) on biological phenomena on Earth // J.Interdiscipl.Cycle Res. — 1977. — № 3-4. — P. 235-236.



## ГЛОБАЛЬНИЙ ЗАХИСТ КЛІМАТУ

**З Кіото в Копенгаген:** зважаючи на інтерес, який міжнародна спільнота проявила до 15-ої Конференції сторін Рамкової конвенції ООН (грудень 2009 р., Копенгаген), де очікували ухвалу рішення щодо нової міжнародної угоди про захист клімату, редакція “Світогляду” вирішила ознайомити читачів з думками експертів щодо цієї проблеми.

Серед них д-р **Ф. Форхольц** (Німеччина) та проф. **З. Кундзевич** і проф. **Є. Мокржицький** (Польща)

### Фрітц Форхольц: “Шляхи виходу з кліматичної кризи”

(журнал *Deutschland*, №5, 2009, переклад Є. Рябченко)

*“Мета суспільства — скоротити наполовину викиди парникових газів до 2050 р. й у такий спосіб зупинити небезпечне нагрівання з емної атмосфери”*

**Г**одина істини проб'є вже через кілька тижнів. У середині грудня 2009 р. у Копенгагені зустрінуться посланці практично всіх держав планети, щоб провести двотижневі переговори. Навпевно, це будуть найбільші збори порівняно з усіма попередніми. Підсумки конференції не тільки визначать вигляд Землі, але й вплинуть на долі сотень мільйонів людей. У Копенгагені мова йтиме про життєві пріоритети та про захист земної атмосфери від небезпечного нагрівання.

Наразі людство веде господарську діяльність таким чином, що глобальна середня температура до кінця століття ви-

росте, можливо, на 7 градусів у порівнянні з доіндустріальною ерою. Це підвищення буде швидшим і вищим, ніж те, що Земля пережила після завершення останнього льодовикового періоду близько 15 000 років тому. Тоді глобальна температура виросла приблизно на 5 градусів (шоправда, протягом 5 000 років). В основі тодішнього потепління лежали природні причини; тепер же клімат міняється з вини людей. Вони спалюють занадто багато викопних енергоносіїв, тобто вугілля, нафти й газу. Вони знищують занадто багато лісу. І до того ж неправильно обробляють поля й пасовища, і все це на шкоду клімату. Якщо

нічого не зміниться, то надалі приблизно кожен десятий з нинішніх майже 7 млрд. людей на Землі може втратити свою батьківщину — через підвищення рівня моря.

Загроза усвідомлена, але не відвернена. Ще в 1992 р. на Всесвітньому саміті в Ріо-де-Жанейро була досягнута міжнародно-правова домовленість: стабілізувати концентрацію парникових газів на такому рівні, “на якому буде відвернене небезпечне порушення функціонування кліматичної системи”. П'ять років потому з'явився Кіотський протокол, що зобов'язує близько трьох десятків держав — більшість індустріальних країн і держав колишнього “східно-

го блоку”, — скоротити або, щонайменше, обмежити викиди парникових газів. Але ні обіцянки в Ріо-де-Жанейро, ні клятвені запевнення в Кіото донині не показали своєї дієвості. Глобальні викиди CO<sub>2</sub> — газу, що найбільше впливає на зміну клімату, — після конференції в Ріо виросли майже на третину й досягли близько 30 млрд. тонн на рік. А західні промислові країни, зобов'язані за Кіотським протоколом обмежити свої викиди, після 1990 р. їх навіть трохи збільшили. Лише завдяки економічній кризі в країнах колишнього “східного блоку”, з яким пов'язане масивне й ефективне скорочення викидів, група “кіотських країн” у підсумку має на своєму рахунку деяке зменшення викидів парникових газів.

Немає жодного перебільшення у твердженнях про те, що людство повільно коїть до кліматичної катастрофи. Це була б катастрофа, що затьмарила б собою всі (наприклад, усе, що принесли багатьом людям нинішня фінансова й економічна криза). Втрату добробуту можна якось пережити, навіть відшкодувати в результаті особливих зусиль. Якщо ж дестабілізується кліматична система, то збиток буде непоправним. Але коли загроза така велика, чому ж з нею активно не борються, як варто було б перед лицем небезпечної ситуації? Відповідь у принципі проста. Справа не в тім, що нібито ніхто не знає, як технічно боротися зі зміною клімату. Ефективніше використання енергії, заміна викопних джерел енергії на поновлювані, а також зміна стилю життя — от ключ до розв'язання проблеми. Причина, що її дотепер не використали або використали неправильно, полягає в тім, що сам виклик, як здається, вимагає надлюдських зусиль, і дотепер не вдалося досягти домовленостей про те, хто і які зусилля має почати для подолання дестабілізації клімату.

Масштаби виклику: дослідники клімату єдині в тім, що підвищення температури приблизно на 2 градуси по Цельсію ще можна було б пережити. Не допустити підвищення температури більш ніж на 2 градуси стало метою понад 100 держав, на саміт “Групи восьми” в італійському місті Аква. До неї приєдналися й лідери цих країн. Якщо ця мета з деякою мірою імовірності буде досягнута, то це значить, що до 2050 р. людство має право використати лише чверть відомих і економічно вигідних запасів викопного палива — гігантський акт незвичайного самообмеження. Інакше кажучи, у майбутні 4 десятиліття людство ще має у своєму розпорядженні “емісійний бюджет” у розмірі 750 млрд. тонн CO<sub>2</sub>: при нинішніх об'ємах викидів він був витрачений практично за половину строку. Суперечка навколо “розподілу тягаря”: у публічних дебатах те, що необхідно зробити в сфері кліматичної політики, визначається переважно як відмова від чогось. Насправді ж мова йде про використання шансів для вступу в господарську діяльність, що не наносить збитку клімату. На частку промислових країн, включаючи США, припадає сьогодні приблизно половина світових викидів. Навіть якщо вони повністю припинили викиди CO<sub>2</sub>, все ж не можна бути впевненим у тім, що мета в 2 градуси буде досягнута, тим

більше, що викиди “порогових” країн і тих, що розвиваються, зростають. Тому мети можна досягти лише в тому випадку, якщо в співробітництві візьмуть участь такі “порогові” країни з великим населенням як Китай та Індія. Щоправда, викиди CO<sub>2</sub> на душу населення в Китаї (4,3 т) і Індії (1,1 т) набагато нижчі, ніж у США (19 т) або в Німеччині (10 т). Варто також додати, що на частку нинішніх промислових держав, що нараховують усього 20% світового населення, припадає три чверті всіх викидів CO<sub>2</sub> у земну атмосферу з моменту процесу індустріалізації, у той час як більша (бідна) частина людства майже не сприяла появі кліматичної проблеми.

Боротьба зі зміною клімату пов'язана, таким чином, і з таким поняттям, як справедливість. Якщо кожна людина має рівне право на використання земної атмосфери, то промислові країни Заходу нагромадили гігантські “кліматичні борги” перед Півднем. Вони повинні не тільки їх покрити, але й іти попереду в справі скорочення викидів, причому дуже швидко. Адже будь-яка затримка вимагатиме від них згодом заходів скорочення викидів, навряд чи практично здійсненних для того, щоб домогтися мети в 2 градуси. Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) рекомендувала промисловим країнам до 2020 р. скоротити свої викиди на 25-40% порівняно з 1990 р. Лише коли відповідні зусилля можна буде контролювати, тоді відносно ні в чому “не винні” дотепер держави всерйоз стануть брати участь у захисті клімату — така ситуація за кілька тижнів до копенгагенської конференції. Однак, особливо з погляду США — найбільшого джерела викидів серед промислових країн, названі цифри є непереборним викликом.

Інша справа в Німеччині. Вона поставила перед собою мету скоротити викиди на 40% — і шанси для цього у неї непогані. Наполовину Німеччина цього вже домоглася; її викиди порівняно з 1990 р. скоротилися більш ніж на 20%. Імовірно, Німеччина стане однією з небагатьох країн, яким удасться до 2012 р. домогтися мети, поставленої перед ними Кіотським протоколом (мінус 21% порівняно з 1990 р.), не вдаючись до купівлі емісійних квот інших держав на гроші платників податків. Однак, нинішні успіхи — це не гарантія успіхів майбутніх. Для того, щоб досягти мети в 40%, німецьким політикам варто активізувати зусилля. Наприкінці 2008 р. дві неурядові організації German-watch й CAN (Climate Action Net-work Europe) зробили оцінку досягнень у сфері захисту клімату серед приблизно 50 найбільших у світі емітентів CO<sub>2</sub>. Жодна з країн після проведеного аналізу не заслужила нагороди. Щоправда, разом зі Швецією Німеччина була однією з кращих у цьому плані. Причина такої порівняно хорошої оцінки — возз'єднання Німеччини. Інтенсивна в плані викидів економіка колишньої НДР значною мірою підупала в умовах міжнародної конкуренції. У результаті — безліч безробітних, але і викиди CO<sub>2</sub> різко знизилися. Однак за успіхом німецької політики в сфері захисту клімату стоїть щось більше. Насамперед, це стаття 6б Закону про по-

новлювані джерела енергії (ПДЕ). Закон забезпечує виробникам енергії на базі сонця, вітру, води й біомаси доступ на ринок і гарантовану мінімальну оплату продукції, завдяки чому порівняно “малосонячна” Німеччина займає 1-е місце в світі за встановленими потужностями фотогальванічних установок й 2-е місце (після США) за вітроенергетичними установками. Понад 20 000 вітряків круяться сьогодні між Фленсбургом і Міттенвальдом. Закон ПДЕ — зразок для аналогічного законодавства в понад 40 країнах — з'явився наприкінці 90-х років ХХ ст., коли нафта й інші викопні енергоносії були ще порівняно дешеві. Без поштовху, отриманого в результаті прийняття закону, “зелені” види енергії були б сьогодні в гіршому становищі, причому в усьому світі. У самій Німеччині вони ніколи не змогли б зайняти частку понад 15% у виробництві електроенергії, як і не з'явилось б близько 280 тисяч нових робочих місць. Правду кажучи, 280 000 робочих місць — це всього лиш 1% від числа робочих місць у Німеччині, охоплених соціальним страхуванням. Бум галузі — це заслуга виняткової держави: платити за це повинні споживачі.

І, нарешті, найцікавіше: у статистичному плані внесок “зеленої” електроенергії в захист клімату майже не помітний. Саме в сфері виробництва електроенергії сьогодні виникає більше викидів CO<sub>2</sub>, ніж у 2000 р., хоча з того часу ПДЕ забезпечив приріст приблизно в 50% кВт/год. електроенергії, виробленої без викидів вуглекислого газу. Але одночасно зросло виробництво електроенергії (частково на експорт) і її споживання, тоді як продуктивність використання електроенергії залишилася практично незмінною.

З одного боку, на ринку пропозицій Німеччина як світовий шерпрохідник у сфері поновлюваних джерел енергії домоглася успіху, з іншого, у сфері обмеження попиту — аналогічних успіхів немає. Німеччина в результаті займає порівняно хороші позиції в сфері захисту клімату — і все це винятково завдяки скороченню викидів CO<sub>2</sub> у промисловості, приватних домашніх господарствах і на транспорті. Такий експертний висновок містить у собі важливі й менш важливі аспекти. Менш важливим є те, який обсяг парникових газів Німеччина не викинула в атмосферу. Це лише кілька мільйонів тонн CO<sub>2</sub>: на тлі 30 млрд. т — щорічних світових викидів — це майже нічого. Важливо, що Німеччина стала на шлях скорочення викидів. Важливо для самої Німеччини, тому що “озелення” економіки — це мегатренд, що у майбутньому, можливо, буде визначати й економічну ефективність. Важливо й для всього світу, оскільки високорозвинена промислова країна демонструє, що вважається саме собою зрозумілим: що можна домогтися економічного успіху, не ігноруючи права майбутніх поколінь.

І тільки в тому разі, якщо за словами підуть справи, технічні й соціальні розв'язання кліматичної проблеми мають шанс на реалізацію. І тільки в такому випадку конференція в Копенгагені приведе туди, куди вона повинна привести, — до успіху.

## Збігнев Кундзевич і Євжен Мокржицький: “Клімат: факти і можливості”

(інтерв'ю — Андрія Пянковського, за матеріалами журналу “Academia” Польської академії наук, №6, 2008; переклад Є. Рябенко)

— Чи насправді клімат теплішає? Адже недавно велися розмови про похолодання.

**З.К.:** Я не можу погодитися з думкою, що світова температура понизилася. Все залежить від того, як порівнювати дати. Якщо порівняти січень 2008 із січнем 2007, як роблять люди, котрі скептично ставляться до глобального потепління, то дійсно спостерігається зниження температури, хоча не в Польщі. І все-таки простежується постійна тенденція до потепління. Від 1850 р. (початок ведення записів температури) 1998 рік був найтеплішим, а всі роки від 2001 до 2008 — в дев'ятці найтепліших. Отже, якщо порівняти дуже теплий 1998 з 2008, то ми не побачимо ніякого потепління. Але якщо замість календарно-річного розгляду ми розглянемо будь-який період з 12-и послідовних місяців, то записи для Польщі, Європи й для всієї північної півкулі про найтепліший період припадуть на період від липня 2006 до червня 2007. Ці 12 місяців були явно найтеплішими в історії ведення записів. Гідрометцентр Великобританії прогнозує, що половина календарних років 2009–2015 (принаймні, чотири із цих семи) перевершать температурний рекорд 1998-го.

— Чи дійсно потепління є наслідком діяльності людства? Старі моделі поставлені під сумнів?

**З.К.:** Використовувані моделі дійсно мають багато недоліків, але в нас кращих немає. Ці моделі, хоча й не досконалі, однак дозволяють нам визначити глобальну температуру на великі строки. Багато різних моделей клімату, у яких приймаються до уваги тільки природні фактори (в основному, інтенсивність сонячного випромінювання й вулканічних вивержень), були переглянуті у зв'язку із глобальними температурними змінами, що відбулися за минуле сторіччя. Якщо припустити, що антропогенний фактор не відповідає за зростання концентрації газів у атмосфері, то для атмосферного нагрівання немає жодного пояснення — тільки Сонце й тільки вулкани не можуть бути цьому причиною. Ніщо, крім інтенсифікації парникового ефекту, не може пояснити цей факт. Скептики говорять: планета вже була один раз набагато теплішою. Але нинішні умови унікальні. Найглибші льодові буріння показують, що ніколи за минулі 650 000 років не було так багато атмосферного вуглекислого газу, як нині. Моделі поки не можуть упоратися з багатьма аспектами...

— Чи можна вплинути на зміну клімату?

**З.К.:** Є шанс, але машина клімату працює по інерції. Ми не можемо управляти Сонцем, хоча деякі вчені йдуть так далеко, що пропонують планетарний експеримент: випустити величезну кількість пилоподібних частинок у космос і тим послабити сонячне випромінювання, і навіть лауреат Нобелівської премії з хімії схвалює це. Ми також не можемо керувати вулканами. Є тільки два фактори, на які ми можемо значно вплинути. Перший — склад атмосфери, тобто вміст парникового газу, і другий — властивості поверхні землі (пропускна здатність або альbedo), тобто, яка кількість сонячних променів відбивається або поглинається поверхнею Землі. Сніг відбиває промені, гола земля поглинає їх.

— Ми можемо адаптуватися до зміни клімату?

**З.К.:** Британський економіст лорд *Ніколас Стерн* стверджує, що зміна клімату призведе до 5%-го зниження світового валового внутрішнього продукту при консервативній оцінці. Якщо ми візьмемо до уваги інші фактори, то ВВП може понизитися аж до 20 %. На думку Стерна, для захисту планетарного клімату від поганих наслідків буде потрібно приблизно 1% ВВП. Багато хто заперечує, вважаючи ці підрахунки надмірно спрощеними, але якби це було правильно, то все було б не так уже погано й глобально, і ми в змозі заплатити таку ціну. Однак, що не країна — то окрема історія. Данія, наприклад, надзвичайно понизила своє споживання енергії й емісію вуглекислого газу, і в той же час значно підвищила свій ВВП. Енергетика Польщі більше, ніж на 90 % базується на вугіллі. У нас дуже малий біологічний потенціал. Вітер — ненадійне джерело: вітряки були встановлені в багатьох місцях, але вони не обертаються, тому що вітер дме не завжди. Подібна ситуація й з сонячними дзеркалами, хоча є місця, де вони встановлюються у великих масштабах на багатоквартирних будинках і на односімейних будинках, і жителі очікують, що вони окуплять себе через вісім років.

— Чи повинні ми повністю відмовитися від традиційних джерел енергії, заснованих на викопному паливі?

**Є.М.:** Я так не думаю, тому що поновлювані джерела енергії можуть сьогодні задовольнити тільки частину потреб. Фактично, наша енергія повинна буде продовжувати поповнюватися за рахунок викопного палива, подобається нам це чи ні. Крім того, за всіма прогнозами надалі буде збільшуватися споживання первинних джерел енергії в усьому світі, особливо споживання вугілля, оскільки воно доступне у великих кількостях. Викопне паливо буде в такий спосіб продовжувати використовуватися, хоча воно “найбрудніше” у сенсі емісії CO<sub>2</sub>. Однак технології низькоемісійного спалювання вугілля вже застосовуються, і я припускаю, що будуть вживатися і в 2020 р.

— Великі надії покладаються на технології вловлювання й захоронення вуглецю (CCS). Вони сьогодні застосовуються?

**Є.М.:** Наразі тільки в Німеччині, у якій є експериментальні пристрої, що дозволяють закачувати CO<sub>2</sub> у підземелля. Але треба визнати, що CCS не єдиний метод. Наприклад, можна зміцнювати екосистему, оскільки CO<sub>2</sub> поглинається рослинами. Другий метод припускає зберігання CO<sub>2</sub> в океанах. І третій, котрий дозволяє зберігати CO<sub>2</sub> у підземеллях, — це *мінеральне зв'язування вуглецю*. CO<sub>2</sub> може зберігатися в старих родовищах нафти, колодязях природного газу або в глибоких водоносних шарах. Вивчається можливість зберігання CO<sub>2</sub> у глибоких непридатних для експлуатації покладах вугілля. Зберігання CO<sub>2</sub> у глибоких геологічних структурах дуже складне, тому що гірські структури спроможні поглинати вуглекислий газ. По-друге, багато говорять про вловлювання й захоронення CO<sub>2</sub>, але дуже мало обговорюються питання його транспортування, яке відповідно до Директиви ЄС повинно бути дозволене в кожній із країн.



— Ви згадували метод збереження CO<sub>2</sub> у мінеральній формі, що не обговорювався широко. Чи доцільно це?

С.М.: Мінеральне депонування (ізоляція, поховання) CO<sub>2</sub> засноване на наявних реакціях CO<sub>2</sub> із присутніми в природі корисними копалинами при перетворенні силікатних мінералів у карбонатні. Одна тонна серпентину може зв'язати приблизно півтонни CO<sub>2</sub>, а одна тонна олівіну — біля двох третин тонни CO<sub>2</sub>. Відходи можуть також використовуватися, особливо попіл від вугільних електростанцій. Отриманий матеріал потім поміщають у западини, залишені вугільною промисловістю (відпрацьовані шахти й кар'єри). Проблема лише в тім, що електростанція, скажімо, потужністю 500 МВт виробляє приблизно 10 000 тонн CO<sub>2</sub> у день, і для нього буде потрібно приблизно 30 000 тонн силікатів. Це колосальна кількість сировини, що створює проблеми і для переробки, і для транспортування. Проте метод дійсно перспективний, — CO<sub>2</sub> буде локалізований назавжди.

## Копенгагенська конференція ООН зі змін клімату

7-18 грудня 2009 р. у Копенгагені пройшла Конференція ООН зі зміни клімату. В ній брали участь близько 20 тисяч делегатів, серед яких представники урядів, екологічних організацій, приватного сектора і учені. На завершальному етапі до Копенгагена прибули більше 100 глав держав і урядів. Одне з основних завдань міжнародного співтовариства у сфері боротьби зі зміною клімату — розробити режим скорочення викидів парникових газів, який діятиме після 2012 року, коли закінчується дія Кіотського протоколу. Це означає, що для запобігання негативним наслідкам глобального потепління промислово розвинені держави повинні вже до 2020 року скоротити емісії парникових газів на 25-40% порівняно з рівнем їх викидів у 1990 році.

Проте з першого дня робота не заладилася. Країни, що розвиваються, заявили про відмову платити скороченням власної промисловості за втрату, яку несуть екологічно розвинені країни, і зажадали значних компенсаційних виплат.

Копенгагенська конференція стала “винятковою” подією. Практично всі погоджувалися з думкою, що обов'язково треба терміново щось робити, аби не допустити зміни клімату. Знову і знову називалася загальна мета — потепління на Землі не повинне перевищити двох градусів Цельсія. Але як тільки справа дійшла до ухвалення конкретних рішень, — відразу виникали труднощі. Китайці були проти контролерів у власній країні, європейці не змогли домовитися відносно рівня скорочення викидів вуглекислого газу, американці не захотіли квапитися, жителі



«Вживання найгладкіших» — скульптура данського художника Єнса Галліота в гавані Копенгагена. Скульптура зображує богиню правосуддя, як символ багатого індустріального світу, що погладшала, сидючи на спині худого, виснаженого африканця (AP/Peter Dejong)

африканського континенту відзначили необхідність виділення на ці цілі додаткових засобів, але не змогли гарантувати прозорість їх витрачання. У результаті ситуація зайшла в безвихідь.

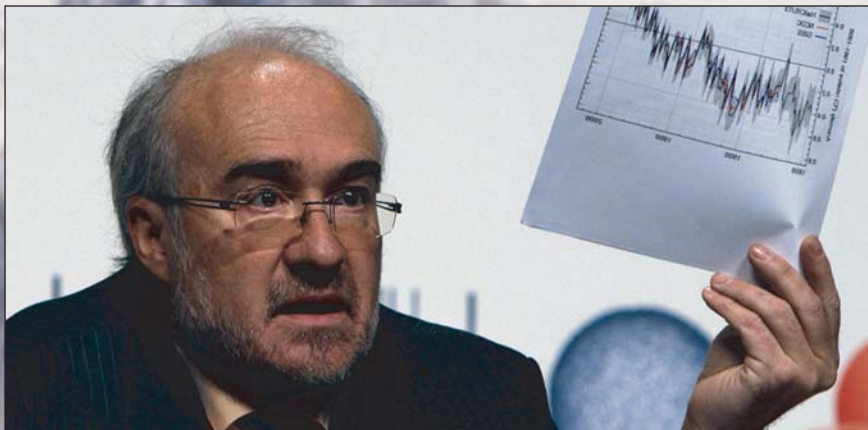
В той же час 25 країн-учасниць конференції досягли проміжної домовленості, мета якої — добитися, аби потепління клімату планети не перевищувало двох градусів порівняно з доіндустріальним рівнем. Для цього 25 держав до лютого 2010 року повинні подати свої зобов'язання зі скорочення викидів в атмосферу парникових газів. Крім того, до 2012 року багаті країни зобов'язалися виділити країнам, що розви-

ваються, \$30 млрд на боротьбу зі змінами клімату.

У результаті роботи конференції довелось продовжити на день, аби країни-учасники змогли підписати принаймні політичну декларацію, в якій погодились продовжити почати ще на Балі і продовжені в Копенгагені переговори. Відзначимо, що наступна екологічна конференція пройде через півроку в німецькому місті Бонн.

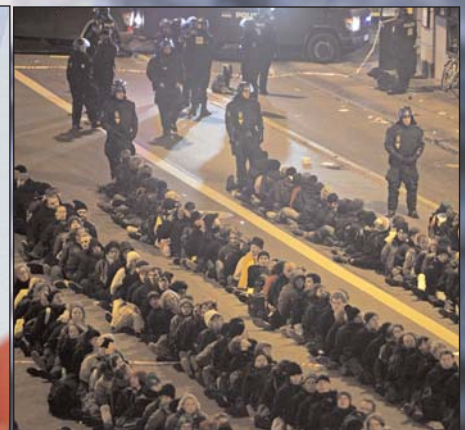
Сергій Вавілов

(Ред. — див. також спеціальний випуск журналу “Світогляд”, №1, 2008, присвячений проблемі зміни клімату)



Генеральний секретар Всесвітньої метеорологічної організації Мішель Жарро тримає в руках графік зміни температур (Копенгаген, 8 грудня 2009 р).

Це десятиліття стало найтеплішим в історії, а 2009 рік, швидше за все, стане найтеплішим, про що оголосила метеорологічна служба США 9 грудня 2009 р. (AP/Anja Niedringhaus)



Данська поліція намагається розганяти демонстрантів, що сіли рядами на вулиці в Копенгагені 12 грудня 2009 р. (AP/Thibault Camus)



**Т**ульчин був заснований, за історичними мірками, не так уже й давно, у XVII-му столітті. Тоді він називався Нестервар. Після того як містечко перейшло від Калиновських до Потоцьких (а сталося це у першій половині XVIII-го століття), воно отримало сучасну назву. Саме з іменем Потоцьких пов'язаний розквіт Тульчина. У другій половині XVIII століття у подільському містечку зводяться великий та малий палаці, домініканський костел та Успенська церква.

Особливо вражає великий палац Потоцьких — перлина класицизму в Україні (фото 1). За допомогою одноповерхових галерей ця велична споруда з'єднувалася з флігелями, що симетрично стоять обабіч неї. Нині однієї з галерей уже немає, очевидно, її розібрали, а флігелі перебувають у жахливому стані. Реставрація палацового комплексу, що розпочалася у далекому 1975 році, так до цього часу і не завершилася...

Господарем палацу в кінці XVIII - на початку XIX століття був *Станіслав Шенський Потоцький*, відомий своїм палким коханням до *Софії Глявоне* (у першому шлюбі де Вітт), яку він викупив у її чоловіка, Йозефа Вітта, за 2

мільйони польських злотих (шалена сума!) і на честь котрої звелів створити знаменитий уманський парк "Софіївку", який і понині викликає захоплення у відвідувачів.

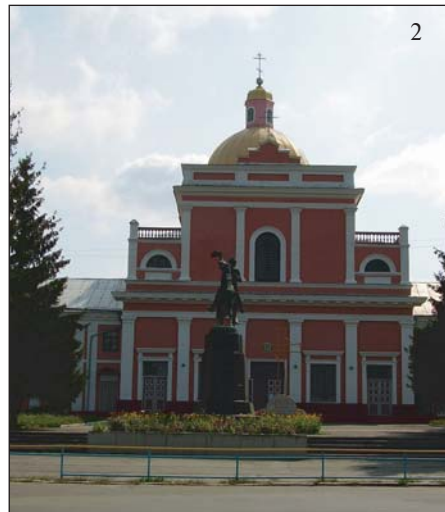
Розкішному тульчинському парку, алеями якого гуляли *Г.О. Потьомкін*, *С.А. Понятовський*, *О.С. Пушкін*, пощастило менше, ніж уманському: у XX-му столітті його було знищено, оже сьогодні можна тільки уявляти собі його пишність.

Навпроти палацового ансамблю височіє масивна споруда колишнього домініканського костелу, нині це православний кафедральний собор Різдва Христового (фото 2). Будівля католицького храму була передана у відання православної церкви вже у 30-х роках XIX століття. У 1874 році собор перебудовувався. Богослужіння в ньому проходили до 1928 року, потім у будівлі було розміщено театр. Під час війни релігійне життя в храмі відновилося, але ненадовго. Собор знову віддали театру, а потім — дитячо-юнацькій спортивній школі. Лише у 1991 році храм нарешті повернули православній громаді. Перед собором стоїть пам'ятник фельдмаршалу *О.В. Суворову*, скульптурну частину якого було віддано за моделлю монумента пол-

ководця, що встановлено в Ізмаїлі (автор *Б.В. Едуарде*).

Якщо трохи піднятися по центральній магістралі міста — вулиці Леніна — то навпроти будівлі загсу (колишнього особняка початку XX ст.) можна побачити ще одне, скромніше, скульптурне зображення визначного російського генералісімуса. За ним розміщений малий палац *Потоцьких* (фото 3), у якому *О.В. Суворов* у 1796-1797 роках писав свою "Науку перемагати". Зараз у колишньому палаці вчать перемагати хвороби тварин: тут розміщено ветеринарний технікум.

Відомий Тульчин і як центр руху декабристів, у місті була управа їх Південного товариства, котре, як відомо, діяло в Україні. Очоловав його *П.І. Пестель* — людина ерудована й амбіційна, він відзначався радикальними поглядами, які знайшли відображення в "Руській правді", — одному з програмних документів декабристів. Будинок, де жив П.І. Пестель, на жаль, не зберігся. Але вцілів дім, зведений приблизно в кінці XVIII століття, у якому, за переказами, збиралися декабристи. Нині в ньому розміщується Тульчинський краєзнавчий музей (фото 4). Неподалік від нього міститься Успенська церква (1789 р.) та її



Приблизно в 15 кілометрах від Тульчина розташоване село Тиманівка, де також писав свою “Науку перемагати” О.В. Суворов. У будинку, в якому він перебував, у 1947 році було створено меморіальний народний музей видатного російського полководця (фото 6). Поруч із ним, на жаль, вже немає бюста генералісімуса і гармат. Чи то вандалі, що полюють за виробами з металу, розтягли їх, чи то їх сховали, щоб не спокушати вандалів. Але факт залишається фактом: самі лише кам'яні постаменти стоять зараз поряд зі старою будівлею.

Все ж, попри певні негативні моменти, що стосуються стану збереження деяких пам'яток, Тульчин і Тиманівку відвідати варто хоча б для того, щоб серед мовчазних свідків історичних подій минулого скласти власне враження про цей куточок подільського краю.

**Костянтин Буркут**  
канд. філ. наук, ст. наук. співр.  
НОВ Президії НАН України

восьмигранна дзвіниця (середина XIX ст.) (фото 5), на фасаді якої значно пізніше з'явилася копія образу Божої Матері, що його створив *В.М. Васнецов* для Володимирського собору м. Києва. Саме в цьому храмі вінчався вже згаданий нами *Станіслав Потоцький* зі

своєю третьою дружиною Софією. Дещо віддалік від центру міста, поруч із територією школи-інтернату, є ще один вартий уваги будинок. У ньому в 1908-1921 роках жив видатний український композитор *М.Д. Леонтович*. Зараз тут міститься музей митця.



“Я для тебе горів, український народі...”

# Василь Симоненко

## творчість і доля



**Микола Жулинський**  
доктор філол. наук,  
академік НАН України,  
директор  
Інституту літератури  
ім. Т.Г. Шевченка  
НАН України,  
м. Київ

Луцьк. Початок сімдесятих років минулого вже століття. Невеличке коло молоді, студентської і робітничої, збирається на квартирі енергійної Наталі, яка буквально розкошує у поетичній стихії шістдесятників і прагне нас, своїх друзів, запалити емоційним вогнем образного палахкотіння *Івана Драча*, *Миколи Вінграновського*, *Ліни Костенко*... На одному зі щотижневих вечорів вона читає нам поезії *Василя Симоненка* з його книги “Земне тяжіння”. Студентка Луцького педагогічного інституту імені Лесі Українки Наталя аж пломеніє гнівом та обуренням, темпераментно карбуючи строфи:

**Тремгить, убивці! Думайте, лакузи!  
Життя не наліза на ваш копил.  
Ви чуєте? На цвинтарі ілюзій,  
Уже немає місця для могил!**

Вірш у збірці “Земне тяжіння” має назву “Пророцтво 17 року”, але ми ще мало замислювалися над тим, яке відношення до таких сучасних інвектив мають події 1917 року. Згодом я дізнаюся, що цей вірш “Гранітні обеліски, як медузи...” в оригіналі не мав назви, що такий емоційно бурхливий спалах обурення викликаний потрясінням, яке пережив Василь Симоненко, коли побував із молодим режисером, лучанином *Лесем Танюком* і *Аллою Горською* в Биківні на місці масових захоронень жертв сталінських репресій. Виявляється, більшовицький жовтневий переворот 1917 року має

безпосереднє відношення до трагедій українського народу — цей зловісний 17 рік і породив жах репресій, депортацій, голодоморів, концтаборів... Та Василь Симоненко, який із цензурних міркувань подав назву “Пророцтво 17 року”, добре усвідомлював, хто перетворив Україну на “цвинтар розстріляних ілюзій”, і чому його молода “душа горить”, чому “палає лютий розум”.

**Уже народ — одна суцільна рана,  
Уже від крові хижіє земля,  
І кожного катюгу і тирана  
Уже чекає зсукана петля.**

На власні очі поет бачив ті урвища, урочища, нашвидкоруч засипані ями побіля Києва, в Биківнянському лісі, на Лук'янівському і Васильківському кладовищах, в які сталінські поплічники ночами звалювали трупи розстріляних, закатованих, “ошуканих, зацькованих, убитих”...

І хоча Василь Симоненко після закінчення факультету журналістики Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка працює в обласних газетах Черкащини, проте часто буває в Києві, передусім на засіданнях Клубу творчої молоді, зустрічається зі своїми колегами і друзями — *Аллою Горською*, *Ліною Костенко*, *Іваном Світличним*, *Євгеном Сверстюком*, *Іваном Драчем*, *Миколою Вінграновським*...

Його молода, чутлива до фальші й пристосуванства слава злітає на крилах морального максималізму до вер-

шин найпекучіших інвектив та нищівного сарказму. Тільки не мовчати, тільки б не заколисати совість на терезах практичної доцільності, тільки б не змиритися з людською байдужістю та моральним упослідженням людини!

Журналіст і поет сповідує своєрідний моральний кодекс українського громадянина-патріота, яким зобов'язував себе не розмішувати правди в брехні і не ганьбити все підряд. Симоненко спрямовує вістря своїх інвектив передусім на “апостолів злочинства і облуд”, на “перевертнів й прибудуд”, на “орди завойовників-заброд”, на тих, кого він називає “катами мого народу”. Здавалося, що стихія його праведного гніву вихлюпується за межі поетичних строф і заливає простір онімніня й байдужості, який так ретельно формувала комуністична система. Поет вражений до відчаю тим духовним спустошенням, тим моральним очерствінням, яке витворили кати українського народу. Та він вірить, що його народ вистоїть, не впаде остаточно на коліна перед нагаєм і палашем —



**Народ мій є!  
Народ мій завжди буде!  
Ніхто не перекреслить мій народ!**

Передусім до своєї нації звертався поет у переконанні, що його народ пори всі голодомори, заборони і приниження його національної гідності “росте, і множитья, і діє”, бо “в його гарячих жилах Козацька кров пульсує і гуде!”.

Перебуваючи часто у відрядженнях, поет бачив, у якому принизливому становищі виживає українська людина. Особливо сільська. Його напівсирітське (залишився із самого малечку з матір'ю і дідом) дитинство, у холоді, голоді, в тяжкій сільській праці, єднало молодого журналіста з колгоспним людом, бо бачив, що нічого не змінилося в їхньому житті після воєнних і повоєнних літ.

Повинен був подавати до обласних газет “Черкаська правда”, “Молодь Черкащини”, згодом до республіканської “Робітничої газети” інформацію мажорного характеру, возвеличувати і прославляти тих, хто виконує і перевищує норми, а совість “вимагала” правди і співчуття. Болісно переживаючи вимушену необхідність морального роздвоєння, Василь Симоненко у вірші “Дума про щастя” відкрив ту прірву фальші, в яку неминуче падає байдужа, ожорсточена безвихіддю душа. Не хлопає дзвінкою хвилею щастя колгоспної доярки — від цієї каторжної праці “руки й ноги вночі гудуть”. Та ні, не опиши страждань і переживань якоїсь там Марії чи Насті чекають у газеті, а бадьорого рапортування про високі надії та нові рекорди. Василь Симоненко з властивою йому іронією та глузливым сарказмом висміює щоденне парадкування веселих цифр, за якими ніхто не хоче бачити людину, її долю.

**Де фотографи?  
Де поети?  
Нуте, хлопці, сюди скоріш!  
Можна знімок утнуть  
до газети  
і жахливо веселий вірш.**

Та й журналістський обов'язок, чітко обмежений ідеологічними координатами партійних резолюцій і постанов, змушував Симоненка засудити, розвінчати, розтопати гідність цього нещасного дядька (“Дядька я вбити зневагою мушу”).

Натомість громадянська совість поета, його шире почуття соціальної солідарності з приниженим колгоспником вибухає гнівом проти цієї антилюдяної, жорстокої системи насильства і упослідження людської гідності.

**Рвися з горлянки свавільним криком,  
Мій неслухняний вірш!  
Чому він злодій? З якої речі?  
Чому він красти пішов своє?  
Дали б той клунок мені на плечі —  
Сором у серце мені плює...  
Дядька я вбити зневагою мушу,  
Тільки ж у грудях клекоче гроза:  
Хто обікрав і обскуб його душу?  
Хто його совісті руки зв'язав?  
 (“Злодій”)**

Як журналіст, матеріали якого пильно вичитуються райкомівськими служачками і цензорами, Василь Симоненко мусив бути обачливим, перестраховуватися, вміло обходити ідеологічні пастки, в які цілеспрямовано “заганяли” чутливу на співчуття до української долі поетову душу. Симоненко занотує 231 вересня 1962 р. в щоденнику: “*Будьте прокляті ви, нікчемні гроші! Ви зробили мене рабом газети...*”. Але у поезіях він вибухав гнівом та обуренням, ризикуючи не лише втратою зарібку для прожиття, але й свободою. Правда, ця свобода була сумнівною, особливо для творчого самовираження, проте цей стан напівсвободи Симоненко засвідчував такими віршами як “Злодій”, “Некролог кукурудзяному качанові, що згнів на заготпункті”, “Брама”, “Балада про зайшлиго чоловіка”, “Курдському братові”, “Суд”, “Хор старійшин з поеми “Фікція””, які були спотворені комуністичною цензурою. Ними обмінювалися, їх переписували від руки, вивчали напам'ять. Збірки “Тиша і грім”, “Земне тяжіння”, пригадую, передавали із рук у руки. У мене досі зберігається збірка “Земне тяжіння” 1964 року видання, з якої ми вечорами

читали поезії в Луцьку ще на початку сімдесятих. Поезії Василя Симоненка клали на музику, їх співали, ними протестували, окрилюючи себе на самоповагу і національну гідність.

... Багато минуло вже літ із тих пір, коли ми вірш за віршем перечитували поетичні збірки *Василя Симоненка* “Тиша і грім” та “Земне тяжіння”, дитячу його казочку “Цар Плаксії і Лоскотон”, книги *Івана Драча* “Ніж у сонці” і “Соняшник”, *Ліни Костенко* “Проміння землі”, “Вітрила”, “Мандрівки серця”, *Миколи Вінграновського* “Атомні прелюди”, *Дмитра Павличка* “Любов і ненависть”...

Захоплювала, вражала нас, учасників стихійно організованого літературного гуртка, визивно буйна метафоричність Драча, густа на оригінальні новотвори образність Вінграновського, висока культура індивідуального переживання тривоги власної душі і очуженого до людини світу Ліни Костенко, гостра полемичність та блиск іронічно-саркастичних інвектив Дмитра Павличка... Та особливо вражав нас громадянський темперамент Василя Симоненка, його публіцистична реактивність та лірична чутливість поетової душі.

**Я хочу быть несамовитим,  
Я хочу в полум'ї згоріть,  
Щоб не жаліти за прожитим,  
Димком на світі не чадіть.**

Збірка поезій “Земне тяжіння” Василя Симоненка побачила світ вже без нього — поет лише потримав у руках її верстку. Невимовна печаль охопила душі українців, скорботно вражених несподіваною смертю 14 грудня 1963 року талановитого поета, новеліста, журналіста, літературного критика. Було Василеві Симоненку тоді 28 років. Жорстока реальність втрати цієї талановитої людини очорнювалася драматичними подіями, які переслідували в останні роки життя поета.

Передусім жахливе побиття влітку 1962 року міліціонерами в містечку Сміла. Як згадував колега-журналіст *Віктор Онатко*, Василь Симоненко показував свої руки, які суціль були в синцях (“*Чим били, не знаю, Якись товсті палиці, шкіряні і з піском чи що. Обробили професійно. І цілили не по м'якому місцю, а по спині, попереку*”), і розповідав, як його зачинили спочатку в казематі, потім скрутили за спину руки, накинули на зап'ястя зашморг, повалили на дерев'яний лежак і прив'язали до нього поясами: “*Тепер я не міг і ворухнутися. Руки пекло, як у вогні. Кажу: що ж ти робиш, гад? Отоді він і почав мене лупцювати. І зараз*

*відчуваю, ніби щось обірвалось усередині...*”.

Чи не це побиття виявилось фатальним? Поета з тих пір переслідують постійні болі в попереку, активно розвивається смертельна хвороба. Василь Симоненко мужньо бореться за життя, за долю своєї творчості. Лише одну книжечку поезій під назвою “Тиша і грім” судилося видрукувати в 1962 році. Навколо нього згущуються чорні хмари відчуження — навіть близькі друзі остерігаються з ним спілкуватися. Дехто із них злякано зреагував на появу його їдких сатиричних стріл, спрямованих на партноменклатуру та на її нікчемну челядь, деякого настрашили звинувачувальні інвективи на адресу катів українського народу:

**Де зараз ви, кати мого народу?  
Де велич ваша, сила ваша де?  
На ясні зорі і на тихі води  
Вже чорна ваша злоба не впаде.**

Чесна, відверто висловлена громадянська позиція Симоненка, його трибунний голос, емоційно широко оприлюднювана любов до України, до свого страдницького народу, сповнене гіркоти розчарувань і жалю співчуття до тих, хто змирився зі своїм національним і духовним упослідженням, — усе це викликало захоплення одних, острах і відсторонення інших, а головне — злобу і ненависть тоталітарної влади.

У щоденнику від 3 вересня 1963 року читаємо запис: “*Друзі мої припишкли, про них не чути й слова. Друковані органи стали ще бездарнішими й зухваїшими. “Літературна Україна” каструє мою статтю. “Україна” знуцається над віршами. Кожен лакей робить, що йому заманеться. Як тут не світитися в'ячністью, як не молитися цювечора й щоранку за тих, хто подарував нам таку вольготність. До цього можна ще додати, що в квітні були зняті мої вірші у “Зміні”, зарізані в “Жовтні”, потім надійшли гарбузи з “Дніпра” і “Вітчизни”.*”

**Ай, ай, ай весело! Всі ми під пресом.  
Так воно треба задля прогресу .**

Та й по смерті образне слово Василя Симоненка важко пробивалося до читача. А якщо й з'являлося “межи люди”, то препароване цензурою, гаряче “приласкане” партійно-ідеологічною праскою. Якщо збірка поезій “Земне тяжіння” і збірка новел “Вино з троянд” з'явилися друком у 1964 і 1965 рр., та у 1966 році книга “Поезії”, то наступні видання потрапили до читача аж через п'ятнадцять років.

Книга поезій під назвою “Лебеді материнства” була опублікована в 1981 році, а том вибраних поезій — у 1985 році. Така посмертна доля видатного поета, який у своїй творчості досяг найвищого піднесення та органічного поєднання духовних і громадянських, лірично-емоційних і суспільно-протестних складників образно-виражального світопогляду як неповторної і багатомірної суті творчого самоздійснення.

Емоційно вразлива, чутлива до болів і переживань свого народу натура Василя Симоненка була обдарована особливою інтенцією мовлення, безкомпромійного виговорення всього того, що поет бачив і що співпереживав. Оце звичайне, многотрудне буття колгоспних людей було органічною частиною його долі й творчої біографії. Очевидно, що значна частина його поетичного набутку і новелістичної прози має зміст і характер автобіографічного мовлення. Багато епізодів, явищ та осіб із журналістського досвіду Василя Симоненка інтегровано в поетичний текст із емоційно відкритою саморефлексією Я-оповідача. Він досягає максимальної широти, відвертості в образному відтворенні своїх переживань і реагувань завдяки особливому поетичному чуттю правди та адекватності її образного вираження. Після огрому віршованих панегіриків компартії, Леніну-Сталіну, революційній епосі, народу, миру, соціалістичному ладу, доблесній праці та героїчній звитязі, натворених кількома поколіннями радянських письменників, Симоненкова автентичність художнього мовлення вражала, захоплювала, дивувала.

Передусім у природності ідейно-образного відтворення внутрішнього світу почувань, переживань і сподівань Я-оповідача й полягає новаторство Василя Симоненка. Новаторство поета, який заговорив із народом його голосом і голосом своїм, максимально скоротивши віддаль між собою і своїм читачем. Поетові судилося перейти межу, яка розділила поетичний офіціоз і позахудожню реальність, і поєднати художню Я із прототипним Я позахудожньої дійсності. Поетизуючи реальне, видиме, буденне, він творив новий, впізнаваний художній простір. Головне, що цей симоненківський художній простір автентичний, ідентифікований поетичним виявом Я. І не просто поетичним, а передусім громадянським, національним Я. Симоненкове Я суверенне, індивідуалізоване національним виокремленням із маси, колективу, з тієї “нової історичної єдності — радянського народу”,

## Наречена

Пробігли дні у розвалу дилі,  
Засохли вєсти, відшукані  
і пахнуть ранки косами твоїми  
і ~~легко~~ димуть перш невидимі.

Та де ти, де? Опрідня, незрима  
Пішла в світи дорогими глудками  
Мене вчутими поцілуні сурими,  
Тендітними і свіжими, як  
рима.

Я неду тебе, кмілива над всіма,  
Спустись до мене на пращині  
І на каміні ~~ахемній~~ <sup>ранку,</sup>

Я неду тебе, я неду тебе і книгу,  
А ти така гарівна і ~~така~~ <sup>така</sup>  
і недосяжна, як оцей сонет.

21.XI.55.

З "Щоденників" Василя Симоненка 1955 р.,  
що зберігаються в архіві  
Інституту літератури ім. Т.Г. Шевченка  
НАН України  
( "Нареченій", "Вербова гілка", "Толока",  
"Осінь", "Наречена" —  
Фонд 152, №7 (акт №2 (778) від 6.02.1967 р.)

Нареченій  
Бо шлюху гунацькому  
Буде вірність <sup>у фрах</sup> <sup>на коні,</sup>  
І не губарми у роз-  
Бозбираю зорьки твої.

Де світи ~~світяться~~ <sup>у мамі</sup>  
і сміється <sup>злісно</sup> <sup>маніак,</sup>  
І свої побігери не-  
Гвії, що неду; не <sup>дуже</sup> <sup>кідк</sup>  
24.X.55.

## Толока

Поэзія безмірна, як то-  
лока,  
Усе завмерло, мов пройшла  
Жемає Брюссова, жемає  
Бсемина і Бал'монта,  
Жема!

Біля керма - запроганці,  
Дрижать від ~~кастри~~ <sup>кастри</sup>  
Кали б оту Толоку ро-  
Зораби,  
Шевченко м'яг би  
Вирости на ній.

28.X.55.

## Осінь

Унав мороз на листя поцірне,  
Зри заспало сиве полотко,  
Збирають ноги зорі у рідю,  
У сонце в хмарах ~~ніжить~~ <sup>без діла.</sup>

Жогали пси тупили, замерж-  
ли риломи  
Болтьє в небі відшукати дню  
і довро дивитись в задихані  
Де ноги гавкають <sup>вікно,</sup>  
щось і горіє.

А за селом над липами ~~розді~~ <sup>розді</sup>  
Під ранок пугал ~~неалібно~~ <sup>розді</sup>  
і кишкатише всіх до забуді.

Та всімле вітер віграв і  
В оцю прекрасну, ні <sup>морозу,</sup>  
Симфонію ~~загубері~~ <sup>морозну</sup>  
мисоті.

14.XI.55.

## Вербова гілка

Розлогі верби. Затішок і тіні  
Ріка під ними ~~ветві~~ <sup>ветві</sup> <sup>як змія</sup>  
Така в віршах ~~завмерли~~ <sup>завмерли</sup> <sup>зем-</sup>  
Така краса у нас на Украї-

Вербову гілку ~~латимо~~ <sup>латимо</sup> <sup>і пошми</sup>  
На ~~устані~~ <sup>устані</sup> <sup>у стані</sup> <sup>тієї</sup> <sup>вдні</sup>  
Вороне серце в ~~даровій~~ <sup>даровій</sup>  
Вербовій!

Мені не здається: ~~критичні~~ <sup>критичні</sup>  
Дарма ~~міндрот~~ <sup>міндрот</sup> <sup>верби</sup> <sup>на</sup>  
Забудри певне, голубі тупі

У що прагдів сікми ~~вербові~~ <sup>вербові</sup>  
І ~~що~~ <sup>що</sup> <sup>комсь</sup> <sup>у</sup> <sup>ночі</sup> <sup>залу</sup>  
Павів ~~повісили~~ <sup>повісили</sup> <sup>на</sup> <sup>тій</sup>  
Таки ~~Вербі.~~ <sup>Вербі.</sup>  
6.XI.55.

яку формувала комуністична партія засобами русифікації, нівеляції національного образу, інтернаціоналізації. Поет про цю ідеологічну стандартизацію образу мислення, життя і поведінки радянської людини не говорить прямим текстом, бо добре знає “правила гри” в літературі й журналістиці, але його сучасники легко прочитували в поезіях справжній зміст думок і почувань поета:

**У кожного Я є своє ім'я,  
На всіх не нагримаш грізно,  
Ми — не безліч стандартних “я”,  
А безліч всесвітів різних.  
Ми — це народу одвічне лоно,  
Ми — океанська вселюдська сім'я.  
І тільки тих поважають мільйони,  
Хто поважає мільйони Я.**

(“Я...”)

Василь Симоненко прагнув означувати своїх персонажів, героїв поїменно, наголошуючи на їхньому людському, індивідуальному самовираженні. Такі реальні особи, як мати Ганна Федорівна Щербань, дід Федір, баба Онися, дядько Оверко, тітка Варка, колгоспний конюх Федір Кравчук, не тільки потрапляють із волі поета в його художній простір задля відтворення атмосфери раннього дитинства і сільського шодення, але передусім заради досягнення тотожності пережитого і реального, задля символічної зустрічі приватного часу і часу історичного. По суті, ці реальні персонажі для поета необхідні як свідки на його художньому трибуналі, що його веде сам поет від імені свого народу над тоталітарною системою.

Василь Симоненко, можливо, найвиразніше переніс власне буття-у-світі в художньо-поетичний світ, пориваючись пробудити людину, духовно її возвеличити, застерегти від зачерствіння душою, від морального знесилення. Справді, умови її життя важкі, часом немилосердні, її терпіння на межі відчаю, але треба піднятися і стояти.

**Ти знаєш, що ти — людина,  
Ти знаєш про це чи ні?  
Усмішка твоя — єдина,  
Мука твоя — єдина,  
Очі твої — одні.**

Його ідеал, точніше, його надія, його сподівання — людина, яка “натхненно творить ходу”, незважаючи на зловісні співчуття і докори за те, що йшов отак гордо, а таки спіткнувся чоловік... Тільки ті досягають мети, котрі дивляться прямо перед собою, зачаровані світом, горді й достойні

свого високого покликання, — переконаний поет:

**Мало великим себе уявляти,  
Треба великим бути.**

До величного символу Богоматері підносить Василь Симоненко у вірші “Одинока матір” образ сімнадцятилітньої вдови, яку наречений ще й не встиг знайти, бо впав прострелений на полі бою. “Духовні покидьки й заброди” назвуть її синочка байстряма і безбатченком, але юна вдова гордо утвердила своє право материнства і цим здійснила подвиг. Хоча цей подвиг материнства обпечений ганьбою і над її головою “палають німби муки і скорбот”, його благословив народ, а поет назвав її “мадонною мого часу”.

Василь Симоненко болісно відчуває втрату народом усвідомлення вічності, бо пригасли затінені атеїстичним мороком християнські ідеали і духовні цінності. Як відвернути трагедію суспільного занепаду, історичної зневіри і духовної загибелі? Над цією проблемою б'ється думка поета, виривається розпачливим криком тривога за долю України, за її майбутнє:

**Вкраїнонько! Гуде твоє багаття,  
Убогість корчиться і дотліває в нім.  
Кричиш ти мені в мозок, мов прокляття  
І зайдом, і запродадям твоїм.  
 (“О землі з переораним чолом...”)**

Василь Симоненко відчуває, що його народ, принижений, упосліджений зневагою до основ національного буття, до національних цінностей та ідеалів, потребує духовного катарсису. Інакше йому не вийти з полону зневіри, відчаю і страждань, не подолати екзистенційну смугу страху і катастрофізму. Тому поет, який в'язко загруз по серце у рідну землю, вихоплюється із заключною інвективою:

**Воскресайте, камінні душі,  
Розчиняйте серця і чоло,  
Щоб не сказали  
Про вас грядущі:  
— Їх на землі не було...  
 (“Люди — прекрасні.  
Земля — мов казка...”)**

Пробуджена людська гідність, особливо коли вона закорінена в національну пам'ять і наповнена спорідненням із хліборобською традицією пошанування чесної праці та звичаями свого роду і народу, здатна запліднити інші людські душі енергією випростування, виростання над собою, духовного возвеличення і єднання національно поріднених душ.

**Ні перед ким не станеш спину гнути,  
не віддасися ворогу в ясу,  
Якщо ти зміг, товаришу, збагнути  
Свого народу велич і красу.  
 (“Ні перед ким...”)**

Особливо значущий сегмент художньої системи Василя Симоненка — іронічно-саркастичне відтворення дійсності. В його викривальній іронії, в дошкульному сарказмі виразно проглядається драматичне несприйняття спотвореної тоталітарним режимом людини і дійсності. Поет обирає для гострих, гротескових інвектив короткі форми — афоризм, парадокс, епітафію, байку, притчу, анекдот, націлюючи їх на бездушного, оказаненого радянського партюкрату-бюрократу, на ретрограда, догматика, консерватора, хабарника, холюя, злодія, епігона, ледаря... Поет кипить обуренням, гнівом, горить пристрасним запалом затаврувати “казенну, патентовану, відгодовану мудрість”, яку він до безтями ненавидить.

І далі занотує 21 жовтня 1962 р. в щоденнику: “До чого змілів наш гумор, як зубожіла сатира!”.

Симоненко усвідомлює, якою емоційно-експресивною силою володіє сатира, гротеск, іронія, епітафія... Не випадково ним була опублікована низка епітафій “Мандрівка по цвинтарю”, в яких діалогічно яскраво, дотепно і саркастично подана моральна мізерність знеособленої людини, яка втрачає внутрішню цілісність в умовах бюрократичного свавілля, зневіри та подвійних стандартів.

**Він ладен з себе шкуру здерти,  
Аби як-небудь виправити зло:  
Посмів нещасний самовільно вмерти,  
А помирать — вказівки не було.  
 (“Не дочекався...”)**

Із особливою ідейно-естетичною і смисловою ефективністю використав Василь Симоненко у вірші “Некролог кукурудзяному качанові, що згнів на заготпункті” прийом іронічно-саркастичної інтерпретації радянської системи господарювання.

Комічна ситуація — похорони кукурудзяного качана нагадують похорони якогось вождя чи маестро — виростає до гротеску і абсурду. Загибель качана на заготпункті внаслідок безгосподарності й нехлюйства — ключова позиція, яка “виносить” смислове навантаження тексту на рівень символічного узагальнення сенсу каторжної праці селянина-колгоспника. Праця не має ні гідної ціни, ні персоніфікованої доцільності, ні суспільної значущості. Автор із публіцистичною від-

~~Коби краплі краплі, всією водою  
Стиглі зорі падають вночі,  
Як ідеш крізь срібну прохолоду,  
Відійнявши місяць на плечі.~~

Небо зорі у воду сіє,  
Я у пригорщу їх ловлю...  
Де знайти я слова зумію,  
Щоб сказати, як тебе люблю?

Чим кохатиме своє я зумію,  
Щоб не віру в тебе убити,  
Кали іноді й сам не вірю,  
Що я здатний отак любити?

20.

Іншому у душу зронити слово,  
Сумнів розпанахавши навпіл...  
Ліж на щось зорене казкове  
Стане сипати росали на діл.

І від вас мій сонних незабудок  
Без одману, зноби і обмов  
По росі брестиме босий самоток  
І моя нерадісна любов.

3. V. 61 р.

Пише скаргу садівник:  
„Усім знахаднила —  
Вгоро зїла гербик,  
Нинішні — майку зїла  
Як мені не прийде  
Хлопців на підлогу,  
Усім запросто змере  
І мене самото!“

Коби краплі краплі, всією водою  
Стиглі зорі падають вночі,  
Як ідеш крізь срібну прохолоду,  
Відійнявши місяць на плечі.

Як ідеш... Іди собі, щаслива,  
Мрій і смійся, думай і люби,  
Босмихайся вітрові грайливо,  
Атравам імія шпорого шенги.

Як ідеш... Звчайки, не до мене,  
Не мені застряність кесем...  
Нішпа і добра, щедра і шалена  
Ішолу в обійми упадеш

4

Над прірвою віків повинамид  
З мурболо  
Стою вдальдішней в тишайтисо  
мну,  
І голз зводитоя кістково над  
мшо,  
Повзубь стопіття — зморшкен  
по голу.

Встаньте! Тугіше пояс!  
Дерестаньте хленгати квал!  
Я доти не заспокоюсь,  
Доти шокійї ~~наліки~~  
Не виравно з вас!  
Дерестань муркобіть, мов кішка,  
Де прилизуї шерсті. Мови.  
Діолені тепер не сіданті у  
тє у жид від кварцітєу —  
С... 3

З “Щоденників” Василя Симоненка 1961 р.,  
що зберігаються в архіві  
Інституту літератури ім. Т.Г. Шевченка НАН України  
(“Небо зорі у воду сіє...”, “Ніби свіжі краплі”,  
“Пише скаргу садівник”, “Над прірвою віків”,  
“Встаньте! Тугіше пояс”,  
“Іншому у душу зронити слово” —  
Фонд 152, №9 (акт №2 (778) від 6.02.1967 р.)

критицію заявляє про свою особистісну і соціальну позицію, оплакуючи плід людської праці й шедрих нив та проклинаючи за вбивство людських надій лукавих лиходіїв, “в яких би ви не шлялися чинах!”.

**Кого трясти за петельки і душу?  
Кого клясти за що безглузду смерть?  
Помер качан, і я кричати мушу,  
Налитий смутком і злобою всергьт.**

**Качане мій, за що тебе згноїли?  
Качане мій, кому ти завинив?  
Качане мій, лягли в твою могилу  
І людська праця, і щедроті нив.**

Василь Симоненко майстерно володів таким художнім прийомом, як діалог. Завдяки діалогічній напрузі художній текст набував особливої організованості, досягав чітко спрямованої інтерпретації явища, особи, події та їх оцінки у формі висловку-узагальнення, афоризму, крилатого виразу. Саме на діалозі, який ефективно виявляє особистісну соціальну позицію митця, будує поет розгорнуту іронічно-сатиричну картину, якою розкриває суспільну атмосферу періоду “хрущовської відлиги”... Такою діалогічною експресивністю та саркастичною гостротою розвінчання відзначаються цикли “Заячий дріб”, “Мандрівка по цвинтарю” та багато інших поезій, передусім сатиричного і гумористичного плану. Символічного звучання набуває образ тиші в однойменному вірші, написаному на початку 1957 року. Цей вірш мав відкривати книгу поезій “Тиша і грім”, але, можливо, із цензурних міркувань не потрапив до збірки. Здавалося б, по смерті кривавого Сталіна повинно було зашуміти “листя стоголосне” і розбудити цю зловісну, прокляту тишу, напоєну холодом і млостю. Та ні,

**Не розірвати цю холодну тишу,  
Вона міцна й похмура, мов граніт...**

А ще раніше, в 1955 році, двадцятирічний поет у вірші “Толока” подає образ-архетип тиші як контекстуальну метафору, якою він відкриває духовну атмосферу свого часу, наслідки вито-чнення бездарними і зухвалими за-породанцями і кастратами національно-го культурного простору.

**Поезія безплідна, як толока.  
Усе завергло, мов пройшла чума, -  
Не має Брюсова, немає Блока,  
Єсеніна і Бальмонта нема!**

**Біля керма — запроданці, кастрати  
Дрижать від страху в немочі сліпій...  
Коли б оту толоку розорати,  
Шевченко міг би вирости на ній!**

Вірші “Тиша”, “Толока”, як і “Некролог кукурудзяному качанові, що згнів на заготпункті”, “Злодій”, “Брама”, “Балада про зайшлого чоловіка”, “Курдському братові”, “Суд” були надруковані вже по смерті Василя Симоненка. Більшість із них уперше з’явилися друком за кордоном — у журналі “Сучасність” (№ 1, 1965 р.). Там був видрукований щоденник, який Симоненко оглавив назвою “Окрайці думок”, існування якого до його появи за кордоном комуністична влада заперечувала. І було чого боятися... Хоча культ Сталіна і був начебто розвінчаний його ж поплічниками, співтворцями масових репресій, голодомору 1932-1933 рр., організаторів концтаборів і спецпоселень, проте партійне керівництво, як і КДБ, не могло спокійно сприйняти такі присуди:

*“...Сталін не зійшов на н’єдестал, не люди поставили його, а він сам виліз — через віроломство, підлість, виліз криваво і зухвало, як і всі кати. Тепер цей тигр, що живився чоловічиною, здох би від люти, коли б дізнався, якою знахідкою для збирачів металолomu стали його бездарні, лубкові пам’ятники.*

*Це страшно, коли прижиттєва слава і обожествлення стають посмертною ганьбою. Це взагалі не слава, а тільки іграшка, якою тішаються дорослі діти. Не розуміють цього тільки убогі душою і мозком”.*

У ті вже легендарні шістдесяті роки Василь Симоненко був духовним революціонером, речником молоді літературно-мистецької когорти, яка пробивала духовну просіку крізь свавільне розкошування безкарністю тоталітарної системи. Він, як і його друзі-шістдесятники, прагнув своєю творчістю і своєю громадянською позицією підняти з колін цей бездержавний народ, відкриваючи йому духовні глибини національної культури, трагічні й героїчні сторінки української історії, високу національно-державницьку місію образного Слова. Ця нова духовна еліта нації повинна була вирости на національному культурному полі, бо як висловився Євген Маланюк, “як в нації вождя нема, тоді вожді її — поети...”.

Сам Євген Маланюк, який, перебуваючи в еміграції, уважно приглядався до поезій в СРСР, безмежно втішався, читаючи поезії Василя Симоненка, Ліни Костенко, Миколи Вінграновського, Івана Драча, Ірини Жиленко, бо “прококував їх прихід, бо відчував його, знаючи, що українське художнє слово в найдраматичніші часи нашої історії відчайдушно набирає сил і ставало гнівом та непокою”.

За три роки до народження Василя Симоненка, який з’явився на світ 8 січня 1935 року, у січні 1932 року Євген Маланюк в “Оді до прийдешнього” передбачує появу тих, для кого, за словами Симоненка, “втрата мужності — це втрата людської гідності”...

**Бачу їх — високих і русявих,  
Зовсім інших, не таких, як ми, -  
Пристрасників висоти і слави,  
Независників тюрми і тьми.  
Ось їх стислі руки, ясні лиця,  
Голос неблаганий, як наказ,  
В гострім зорі зимносиня криця -  
Вірний щит від болу і образ.**

**Спадкоємці бою, бурі діти!  
Загримить ще раз така пора -  
Сміливо могили перейдіте,  
Коли треба — розтопчть наш прах.  
Щоб без вшанувань, без академій  
Кров жадала неминучих кар,  
Краще зустрічала серця кремень,  
Викресла іскрами удар!**

Василь Симоненко, громадянську позицію і поезію якого Євген Маланюк означив як “лютий крик прозрілого раба”, боявся найбільше втратити людську гідність як основу своєї громадянської мужності — цим моральним імперативом поет особливо дорожив. Відгання від себе він сумніви, бо вони знищують будь-яку впевненість у собі. Передчуває, що може бути заарештований, підданий не лише морально-психологічному тиску, але й фізичним тортурам. Занотовує 6 липня 1963 р. у щоденнику: “Я не знаю, як триматимуся, коли посиплється на мою голову справжні випробування. Чи лишуся людиною, чи жах засліпить не лише очі, а й розум? Втрата мужності — це втрата людської гідності, котру я ставлю над усе. навіть над самим життям. Але скільки людей — розумних і талановитих — рятували своє життя, поступаючись гідністю, і, власне, перетворювали його в нікому не потрібне животіння. Це — найстрашніше”.

Зараз, коли опублікована завдяки ініціативній праці професора Василя Яременка та успішним пошукам літературознавців Анатолія Ткаченка і Миколи Шудрі чи не вся поетична, прозова, епістолярна та журналістська спадщина Василя Симоненка, неможливо втриматися від здивування і захоплення, пересвідчившись яке велике жанрово-тематичне силоне поле цього митця, яка потужна ідейно-естетична енергія посилювала його духовний і громадянський максималізм. Лірична поезія Василя Симоненка вражала його сучасників органіч-

ним сплавом особистих вражень, переживань, асоціацій із виразним семантичним значенням тексту. Завдяки цьому народжувався ефект особливої довіри до його поезій та віри в стихійний вільний вияв почуттів поета. І справді, любовна лірика юного ще поета приваблює читача тим, що настроєві тональності "виросуються" на особистих переживаннях, враженнях, спогадах, підносяться на хвилях сердечного захоплення і розкошування почуттями. Чи не кожен ліричний вірш — це вершина суб'єктивного переживання, максимально відвертого самовираження і духовного самовозвеличення.

Чисте, наївне, з романтично піднесеним обоюванням дівочої краси юнацьке захоплення і розчарування — головний стимул і об'єкт його ліричних медитацій. Поет передусім відкриває себе, свою душу цим незбагненим прагненням пізнати диво поєднання закоханих сердець, пережити солодке страждання спраглої на зухвале, неупокорене почуття власної душі.

**Я тебе не приймаю за істину —**

**Небо навіть і те рябе.**

**Одчайдушну, печальну, розхристану,**

**Голубу і безжально освистану —**

**І таку я люблю тебе!**

(“Чадра”)

Пережити ці шаленства почуттів, зануритися в цей нестримний потік безоглядного зачарування власною пристрастю і жорсткою нетерпеливим очікуванням-вимаганням такої ж пристрасної любові від коханої — у цій бурхливій стихії інтимних захоплень і розчарувань Василь Симоненко чи не найвиразніше відкрився своїм поетичним даром.

Василь Симоненко не шукає нових поетичних форм, не ускладнює метафорику образного мислення; коло його асоціативних з'єднань нешироке, але чітко означене особистісними переживаннями конкретними реаліями буття. Найчастіше поет формує вірш на одній наскрізній метафорі, яка розгортається на текстовому просторі і розкривається аж наприкінці поезії.

У вірші “Там, у степу, схрестилися дороги” такою наскрізною метафорою виступає образ схрещених доріг. Поет порівнює схрещені дороги із мечами, що зіткнулися в дикому герці. Як мечі, так і дороги здатні розрубати людські долі. Дорога — символ випробування, на життєвій дорозі перехрещуються долі закоханих, і пройти по схрещених дорогах поруч усе життя — означає випробувати кохання на вірність, на здатність зберегти назавжди почуття, на готовність пройти поруч дорогами

самопожертви.

**Ми ще йдемо. Ти щось мені говориш.**

**Твоя краса цвіте в моїх очах.**

**Але скажи: чи ти зі мною поруч**

**Пройдеш безтрепетно по схрещених  
мечах?**

Образ меча, яким злоба крає небо над Україною, плюндрує її красу і губить надію його народу, з'являється у вірші “Україна”.

**Коли мечами злоба небо крає**

**І крушить твою вроду вікову,**

**Я тоді з твоїм ім'ям вмираю**

**І в твоєму імені живу!**

Цей вірш — клятва і сповідь сина України, його біль і надія, молитва і розпука, грізна любов і світла його мука.

**Україно! Ти — моя молитва,**

**Ти моя розпука вікова...**

**Гримотить над світом люта битва**

**За твоє життя, твої права.**

Поет “закодовує” свою тривогу і надію — свою Україну в багатьох поетичних рядках, виносить на рівень символів та алегорій, найчастіше уособлює в образі “багатої мамиземлі”, в хліборобському родоводі, в образі Мадонни-Матері, в символі материнства. Любов Василя Симоненка до України сповнена чорними стражданнями і білою скорботою — він зримо уявляє її драматичну долю протягом багатьох століть, чутливо, до сердечного болю сприймає сучасний стан рідної землі “з переоранним чолом”, яку “вінчали з кривдою і злом”.

**Поет готовий в ім'я України на  
самопожертву —**

**Бери мене! У материнські руки**

**Бери моє маленьке гнівне Я!**



**Він прагне віддати їй повністю себе —  
Візьми всього! І мозок мій, і вроду,  
І мрій дитинних плеса голубі.**

Складається враження, що поет цими ліричними зверненнями до України, цими полум'яними клятвами і заповітами готував себе, свій дух до особливих випробувань. Бо усвідомлював, що його відкритий голос, його принципова громадянська позиція рано чи пізно, але остаточно роздратує комуністичну владу, і та “віддячить” поетові за його в'їдливі, дошкульні інвективи безжальним присудом-ув'язненням. Жорстоку реальність цієї драматичної перспективи для Василя Симоненка перекреслила передчасна його смерть.

Можна уявити, якої висоти творчого злету досягнув би його талант, якби доля подарувала триваліше в часі життя. За кілька місяців до завершення свого земного шляху Василь Симоненко записав в щоденнику: “*Мабуть, почалося моє засання. Фізично я майже безпорадний, хоч морально ще не зовсім виснажився. Думаючи про смерть, не почуваю ніякого страху. Можливо, це тому, що вона ще далеко? Дивна річ: я не хочу смерті, але й особливої жадібності до життя не маю. Десять років — для мене більше ніж достатньо*”.

Симоненко зберігав до останніх днів скромну оцінку своєї творчості (“...не дуже яскраво горів”, “скромна праця моя...”, “мало встиг я зробити за цей час гарного і доброго”), особливо гостро картав себе за вимушене роздвоєння, компроміси та “озирання” на цензуру, хоча це було викликане передусім роботою в газетах (“Все-таки газета — це смерть”, “Від газети хочеться ригати”). Але поет ніколи не розчарувався в своїй долі, яка хоч і жорсткою обірвала лет цього таланту на високій хвилі творчого піднесення, проте подарувала йому щасливі миті натхнення, народжені тривогами, болями і надіями рідного народу та великою любов'ю до України.

Україна була, як сповідався поет, у його грудях, “у чолі і в руках”, ради свого народу жив він і творив:

**Я для тебе горів,**

**Український народе...**

Передчував, що його земний вік буде коротким, проте свою місію як духовного провідника нації усвідомлював, вірив, що земне життя безсмертних хоча не тривале, але яскраве.

**Упаду я зорею,**

**Мій вічний народе,**

**На трагічний і довгий**

**Чумацький твій шлях.**





**Ольга Сошнікова**  
заступник директора  
з наукової роботи.  
Харківського історичного  
музею,  
м. Харків

# Харківський історичний музей

продовжувач традицій музею Слобідської  
України ім. Г.С. Сковороди

**Х**арківський історичний музей — один з найбільших і найстаріших музеїв України, провідний науково-дослідний і методичний центр краєзнавства і музеєзнавства на Слобожанщині, який в січні 2010 року буде відмічати своє 90-річчя. Збірка музею нараховує понад 250 тис. пам'яток матеріальної і духовної культури, які є державною власністю і належать до державної частини Музейного фонду України.

*Харківський історичний музей свій родовід веде від музею Слобідської України ім. Г.С.Сковороди, заснованого в січні 1920 року. Цей культурно-освітній заклад було створено шляхом*

реорганізації мережі музейних закладів Харкова. Він увібрив у себе кращі колекції музеїв Харківського історико-філологічного товариства, міського художньо-промислового та університетського музеїв, створених ще у 1880-х роках. Ім'я *Г.С. Сковороди* присвоєно музею Слобідської України в 1922 році в зв'язку з 200-річчям з дня народження просвітителя.

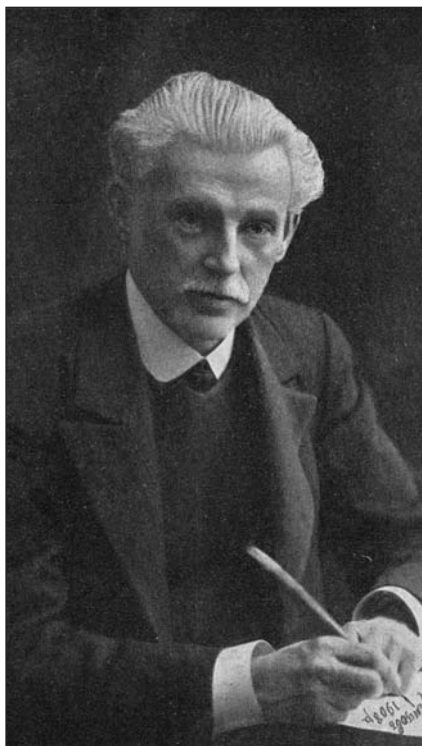
Біля витоків музею Слобідської України стояв видатний вчений, етнограф, історик, громадський діяч, академік *Микола Федорович Сумцов*, широко відомий в Європі як дослідник народного побуту і світогляду. Микола Федорович був першим директором

музею (1920-1922 роки). Він особисто визначив структуру музею, що включала історичний, художній і етнографічний відділи та розробив наукові засади його діяльності. Пріоритетним напрямком роботи музею було всебічне "...вивчення українського народного життя, насамперед місцевого, в усіх відображеннях його різноманіття". І це повністю відповідало загальній тенденції розвитку краєзнавства 20-х років минулого століття, коли етнографія набувала важливого значення у зв'язку з необхідністю вивчення виробничих можливостей окремих районів, якнайповнішого виявлення місцевих ресурсів.

Рідний край М.Ф. Сумцов досліджував і вивчав усе своє життя. Вчений розробив і здійснив спеціальну програму збирання етнографічних матеріалів у Охтирському, Харківському, Ізюмському, Старобельському повітах Харківської губернії, організував експедицію у Курську губернію, займався вивченням і систематизацією колекцій. Експедиції під його керівництвом поповнили музей старовинними українськими кахлями, моделями помешкань, повною обставою покутя, народним вбранням, обрядовими печивами, зразками керамічного, чинбарського, ковальського, золотарського та інших виробництв, мистецькими витворами. Склалися комплекси особистих матеріалів відомих діячів культури (*Г.С. Сковорода, Г.Ф. Квітки-Основ'яненка, М.В. Гоголя, Я.І. Щоголева* та ін.). Основою художнього зібрання стала колекція картин та ескізів, яка заповідалася *С.І. Васильківським*. Подальше її поповнення було обумовлено регіональним характером музею. Колекції комплектувалися в основному витворами слобожанських художників.

Після смерті М.Ф. Сумцова музей очолила його учениця і послідовниця *Р.С. Данківська*. Вона намагалася здійснити нереалізовані задуми свого вчителя. Так, у травні 1925 року на базі музею відбулася Перша Всеукраїнська краєзнавча конференція, яка націлювала музеї на всебічне вивчення минулого та сучасного краю. При музеї були влаштовані етнографічні курси, створене Товариство друзів Музею Слобідської України, активним членом якого був відомий український історик *Д.І. Багалій*, музей видавав "Бюлетень", де друкувалися наукові праці з етнографії та звіти про роботу музею.

На початку 30-х років ХХ століття більшість етнографічних установ була згорнута, наукові кадри зосереджені в Інституті історії матеріальної культури у Києві, а Музей Слобідської України



**М.Ф. Сумцов — академік АН України, засновник і перший директор Музею Слобідської України ім. Г.С. Сковороди**

ім. Г.С. Сковороди було перейменовано на історичний.

Напередодні Великої Вітчизняної війни Харківський історичний музей ім. Г.С. Сковороди був одним із найбільших музеїв України. В його фондах зберігалися численні археологічні, образотворчі колекції, багато інших пам'яток історії та культури Слобожанщини. За даними дослідників, вони нараховували понад 100 тис. одиниць. В музеї працювали досвідчені фахівці своєї справи, такі як відомий археолог *І.Ф. Левицький*, мистецтвознавець *Н.Л. Столбіна*.

Війна нанесла дуже тяжкий удар зібранням Харківського історичного музею: частина речей була втрачена під час фашистської окупації, інша частина дуже постраждала від бомбардування під час евакуації до Уфи (Башкирія).

Цікавою є історія музею, який продовжував працювати під час окупації. Катастрофічний стан, в якому опинилися музеї, позбавлені опалення, електроенергії, охорони, вимагав від окупаційної влади прийняття невідкладних заходів. Вихід вбачали в об'єднанні музеїв для полегшення вирішення всіх нагальних проблем. Так було створено Музей Слобожанщини, який увібрав у себе історичний, краєзнавчий, антирелігійний музеї та музей Революції. Директором його при-

начили *О.М. Рудинського*. Відновлення культурного життя міста могло б стати показником прийняття "нового порядку" населенням, тому Місцева управа вимагала від музеїв скорішого розгортання експозицій. В умовах холоду, голоду, відсутності кваліфікованих кадрів зробити це було нелегко, але нечисленні співробітники Музею Слобожанщини у стислі строки все таки виконали це завдання, і вже 14 грудня 1941 р. була відкрита експозиція відділу природи. Вона розташувалася в будинку по вулиці Університетській, 10. Експонувався матеріал, що знайомив відвідувачів із минулим нашої планети, з давніми геологічними періодами, з розвитком рослинного і тваринного світу. В окремому розділі було репрезентовано комплекс матеріалів, що всебічно характеризували природу і клімат Слобожанщини. Етикетаж було подано німецькою та українською мовами.

Умови існування музею в окупованому місті змушували *О.М. Рудинського* пристосовувати його роботу до вимог нової влади. Зокрема, для обслуговування німецьких солдат та офіцерів він організував для співробітників музею заняття з німецької мови. Екскурсії у відділі природи він проводив особисто, оскільки добре володів німецькою мовою. Нерідко йому доводилося виїжджати до німецьких військових частин із лекціями з історії української культури, які він супроводжував демонстрацією оригінальних предметів. 1 листопада 1942 року відбулося урочисте відкриття археологічної виставки, на якому були присутні представники німецького командування. Її побудову вони розцінювали як ідеологічну акцію, спрямовану на доведення незаперечності прав німців на території, які займали племена готів у доісторичні часи. Були репрезентовані реконструкції найдавніших тварин, зокрема кістки мамонта, палеолітичне знаряддя з Гонцівської стоянки, численна кераміка та багато інших пам'яток археології, здобутих протягом десятиріч експедиціями *В.О. Городкова, О.С. Федоровського, А.М. Покровського, В.Ю. Данилевича, В.О. Бабенка*. Взимку 1943 р. докорінно змінився хід воєнних подій. В ніч із 14 на 15 лютого 1943 р. будинок, де були розташовані експозиції Музею Слобожанщини, згорів. Речі, що уцілили, були перевезені співробітниками музею на вул. Університетську, 10. У серпні 1943 р. при відступі німців з Харкова була вивезена велика частина етнографічних та образотворчих матеріалів, присвячених мистецтву XVII - XX ст. За період німецької окупації



Стационарна виставка "Харківщина 1917-1940рр."

1941-1943 рр. зібрання харківських музеїв зазнали величезних, непоправних втрат. Загальна кількість знищених предметів, що належали історичному, краєзнавчому музеям та Музею Революції, перевищувала 300 тис. одиниць.

Діяльність співробітників музеїв в окупаційний період була винятково самовідданою, вони прикладали героїчні зусилля, щоб зберегти свої збірки, незважаючи на загрозу суворого покарання з боку окупантів та перспективу опинитися у лавах "зрадників", які "співробітничали" з німцями. Доля деяких із них склалася трагічно.

23 серпня 1943 року Харків звільнено від фашистських окупантів, а вже 28 вересня 1943 року постановою РНК УРСР "Про поновлення роботи історичного музею в м. Харкові" було продовжено діяльність цього культурно-освітнього закладу. Евакуйовані музейні предмети були перевезені з Уфи до Києва, а звідти — у Харків. З 1943р. Харківський історичний музей займав приміщення колишнього архієрейського будинку та магазину Жирардівської мануфактури (вул. Університетська, 8 та 10).

У післявоєнні роки Харківський історичний музей, завдяки творчим зусиллям кількох поколінь працівників, перетворився на один із провідних центрів музейного будівництва в Ук-

раїні. Гідним представником славної плеяди музейників України цього періоду став *Микола Антонович Воеводін*, який протягом 37 років (1946-1983) працював у Харківському історичному музеї, а з 1948 р. і до кінця життя був його директором.

Діяльність Харківського історичного музею була багатогранною. Колектив наукових співробітників провів значну науково-дослідну, експозиційну, фондову та науково-освіт-

ню роботу. Під керівництвом М.А. Воеводіна важливого значення набуло наукове комплектування предметами, які характеризували радянський період в історії регіону, що дало змогу створення за цією тематикою однієї з перших в Україні повнопрофільної експозиції, яка дістала визнання громадськості та музейних фахівців. Але поряд з цим увага колективу продовжувала спрямовуватися на вивчення історії краю.

З цією метою регулярно проводилися наукові експедиції у старі квартали міста Харкова та райони області, в ході яких, завдяки наполегливій праці музейних співробітників під керівництвом завідувачів відділами *З.І. Брязкун* та *М.Ф. Уманського*, були зібрані комплекси землеробських та промислових знарядь, побутових речей, предмети народної творчості. Саме у ці часи зібрання музею поповнили цінні археологічні, етнографічні колекції, реліквії церковної старовини, цікаві пам'ятки історії і культури Слобожанщини, на базі яких стало можливим створення повнопрофільної експозиції музею з усіх періодів історії, побудувати виставки "До джерел з любов'ю" (Етнографія Слобожанщини), "Пам'ятки церковної старовини XVII — поч. XX ст.", "Відкриті фонди", "Таємничі скарби", що мало величезне значення у справі духовного відродження суспільства.

Сьогодні Харківський історичний музей зберігає своє значення дослідницького, науково-методичного і культурно-виховного центру Харківської області.

У 1993 році Харківському історичному музею було надано нове приміщення по вул. Університетській, 5.



Фрагмент стаціонарної експозиції "Харківщина у ІХ-ХVIII ст."

В умовах незалежності України та зростання інтересу суспільства до вітчизняної історії перед Харківським історичним музеєм, як і всіма історичними музеями країни, постало важливе завдання у висвітленні об'єктивного показу історичного розвитку держави та почесна місія у процесі формування історичного світогляду народу. Досягнення поставленої мети передбачає широке вивчення невідомих сторінок історії та культури Слобожанщини. Під час наукових пошуків було виявлено значний обсяг нових матеріалів, що дозволило співробітникам музею підготувати і захистити п'ять дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук, видати монографії з археологічної та етнографічної тематики, щорічно публікувати у наукових, науково-популярних збірниках та періодичних виданнях понад 50 робіт, брати участь у міжнародних, всеукраїнських та міських наукових конференціях.

З 1994 р. в Харківському історичному музеї запроваджені Сумцовські читання на честь видатного українського вченого і громадського діяча, академіка АН України, першого директора Музею Слобідської України *М.Ф. Сумцова*. Щорічно в рамках Сумцовських читань проводяться наукові конференції на яких розглядаються актуальні питання з історії Слобожанщини, стан музейної справи в регіоні та перспективи їх подальшого розвитку, проблеми науково-дослідної, експозиційної, виставкової, науково-освітньої діяльності музеїв та питання пам'яткоохоронної роботи в області. За результатами наукової конференції видається збірник матеріалів.

Особливе значення має пошукова і науково-дослідна робота музею, що базується на цілеспрямованому науко-

вому комплектуванні музейних фондів новими матеріалами, які висвітлюють маловідомі сторінки нашого краю. Останні роки музей комплектується матеріалами археологічних, етнографічних та історичних експедицій, меморіальними комплексами речей видатних харків'ян, фотографіями і документами, та речовими матеріалами, пов'язаними з діяльністю підприємств, закладів освіти та культури Харківщини. Щорічно співробітники відділу археології музею проводять охоронні археологічні дослідження на Верхньосалтівському археологічному комплексі — одному з найбільших міст великої степової імперії — Хазарського каганату (сер. VII - кін. X ст.) та на стоянці пізньопалеолітичного періоду біля с. Кам'янка Ізюмського району.

Продовжуючи традиції музею Слобідської України, фонди ХІМ постійно поповнюються цікавими етнографічними предметами цілих родин корінних слобожан. Наприклад, матеріали родин *Сидоренків-Обухових-Козирських* чітко і наочно дають інформацію про життя харків'ян, їхню культуру та побут за останні майже 100 років історії Харківщини. Відділ етнографії музею також підтримує тісні зв'язки з народними умільцями *О. Грайко*, *З. Овсієнко*, *І. Дмитрієвим* та ін. Кожен рік колекція музею поповнюється на 1500 предметів. Нині в фондах музею зберігаються цінні археологічні, етнографічні, нумізматичні колекції, зібрання вітчизняної, іноземної зброї та військового спорядження, прапорів, історичних документів, фотоматеріалів, меморіальних речей, творів живопису та інших пам'яток матеріальної і духовної культури, що висвітлюють історію нашого краю з давнини до сучасності.

Актуальним завжди буде залишатися питання створення відповідних умов для зберігання музейних предметів. За останні п'ять років музей придбав сучасне обладнання для таких груп зберігання, як документи, кераміка та скло, газети, книги, брошури. Значну роль у фондовій роботі музею відіграє реставрація музейних предметів. За останні роки друге життя отримали такі унікальні предмети початку ХХ ст. з музейної колекції ХІМ, як твори *Є.Г. Волошинова*, деякі плакати, годинники, бюст *Т.Г. Шевченка* роботи скульптора *П. Верна*, посуд, меблі тощо.

Справжньою подією 2008 року не лише для Харкова, а й усю Україну стала **реставрація унікальної національної реліквії України гетьманського прапора кінця XVII ст.** з фондів Харківського історичного музею. Надзвичайну цінність цієї пам'ятки засвідчує той факт, що прапор є єдиною реліквією XVII ст. у 20-мільйонному Музейному фонді України, і це лише одне з трьох гетьманських знамен, збережених на світовому рівні (друге зберігається у Москві, а третє — у Стокгольмі). Реставрація прапора проводилася за підтримки прем'єр-міністра України *Ю.В. Тимошенко* та при сприянні Фонду інтелектуальної співпраці "Україна — ХХІ ст." у реставраційних майстернях Національного музею Кракова (Польща) з вересня 2007 р. по вересень 2008 р.. Після цього прапор був представлений для загального огляду на Міжнародній виставці "Україна-Швеція: на перехрестях історії (XVII-XVIII ст.)" у Національному музеї історії України, яку відкривали Президент України *Віктор Ющенко* та Король Швеції *Карл XVI Густав*. З квітня 2009 р. унікальна реліквія козацької доби експонується в Харківському історичному музеї і є справжньою гордістю Слобожанщини.

Важливим напрямком діяльності з вивчення і популяризації пам'яток історії та культури Слобожанщини є подальше удосконалення виставкової роботи. Щороку музей організовує більше двох десятків різноманітних тематичних виставок. Особливо популярна серед відвідувачів була виставка "Свіча скорботи", присвячена сумній даті 75-річчя Голодомору 1932-1933 років в Україні. Завдяки вдалому архітектурно-художньому рішення та застосуванню сучасного технічного обладнання, матеріали виставки промовисто та емоційно розповідали про страшну трагедію, якої зазнав український народ у часи лихоліття. Зовсім інший характер мала колекційна виставка кераміки "Перлина Слобожанщини" — виставка будянського фар-



**Унікальна національна реліквія України — гетьманський прапор кінця XVII ст. із фондів Харківського історичного музею**

фору з фондів Харківського історичного музею. Прекрасний посуд, оригінальне художнє оформлення виставки допомагали відвідувачу поринути у світ прекрасного, змушуючи забути про щоденні проблеми і нелегке життя в сучасних умовах. Цього року, нарешті, вдалося відкрити довгоочікувану харків'янами стаціонарну виставку "Харківщина 1917-1940 років", на якій за допомогою документів, знайдених у архівах, фото, предметів побуту того часу, меморіальних комплексів відомих харків'ян співробітники музею спробували показати дуже складний і суперечливий період нашої історії — з одного боку, складний, трагічний, сповнений втрат і розпачу, сліз і крові, з іншого — героїчний, сповнений мрій та сподівань на краще життя, адже у 1930-ті роки Україна перетворилася з аграрної на потужну індустріальну країну, й істотно значення в цьому належить Харкову.

Колектив Харківського історичного музею підтримує міжнародні зв'язки у виставковій роботі. У жовтні 2009 року Фондом "Україна 3000" і Крайовим об'єднанням Райнланд (Німеччина) в приміщенні Харківського історичного музею була представлена міжнародна виставка "Трищина через усе життя", що базується на спогадах примусових робітниць в землі Райнланд. Співробітники музею доповнили виставку документами, фотографіями, оригінальними речами з фондів музею, які документально доповнювали спогади робітниць та промовисто розповідали про всі етапи вербування українських робітниць на роботи до Німеччини. Сухі віти з багряними гронами калини, червоними яблуками та польовими квітами досить



**Фрагмент стаціонарної експозиції "Свіча скорботи", присвяченої 75-річчю Голодомору в Україні 1932-1933 рр.**

емоційно передавали відчуття наших українок, коли вони згадували своє скалічене життя в неволі. Виставка була подарована організаторами музею в ознаку спільної праці та подальшого творчого співробітництва.

Важливою характеристикою музею як соціокультурного інституту є його спрямованість на контакти з публікою. Харківський історичний музей щороку обслуговує понад 240 тис. відвідувачів на рік. Основною нашою аудиторією є учні та студенти, для яких сучасний музей є важливим засобом не тільки безпосередньо історичного пізнання, але і формування світогляду. На базі експозицій та виставок в музеї ведеться активна науково-просвітницька робота. Лекторії, факультативні заняття, зустрічі з відомими харків'янами, ігрові вікторини для школярів з історичної та краєзнавчої тематики, музейні свята тощо — все це робить відвідування музею ці-

кавим та пізнавальним, сприяє патріотичному вихованню молоді.

Колектив Харківського історичного музею наполегливо працює за всіма напрямками музейної діяльності, гідно продовжуючи традиції музею Слобідської України ім. Г.С. Сковороди, впроваджуючи в життя світоглядні орієнтири видатного вченого, справжнього патріота своєї країни Миколи Федоровича Сумцова. Сьогодні, за ініціативи колективу музею, підтримки Управління культури і туризму Харківської облдержадміністрації та учасників Всеукраїнської наукової конференції, присвяченої 155-й річниці з дня народження М.Ф. Сумцова, що проходила в рамках 15 Сумцовських читань, порушено клопотання перед Обласною радою депутатів про присвоєння Харківському історичному музею імені його засновника, академіка М.Ф. Сумцова.



*До шанувальників журналу "Світогляд"*

Запрошуємо вас до участі в фотоконкурсі аматорських фотографій з ваших колекцій. Підсумки конкурсу будуть підведені до 7 січня 2011 року,

Премія переможцям — річна передплата журналу "Світогляд". Кращі фотографії будуть опубліковані.

Перша фотографія, що надійшла на конкурс, "Я — українка!" (Любов Кислюк, м. Київ).