

С В І Т

ФІЗИКИ

науково-популярний журнал

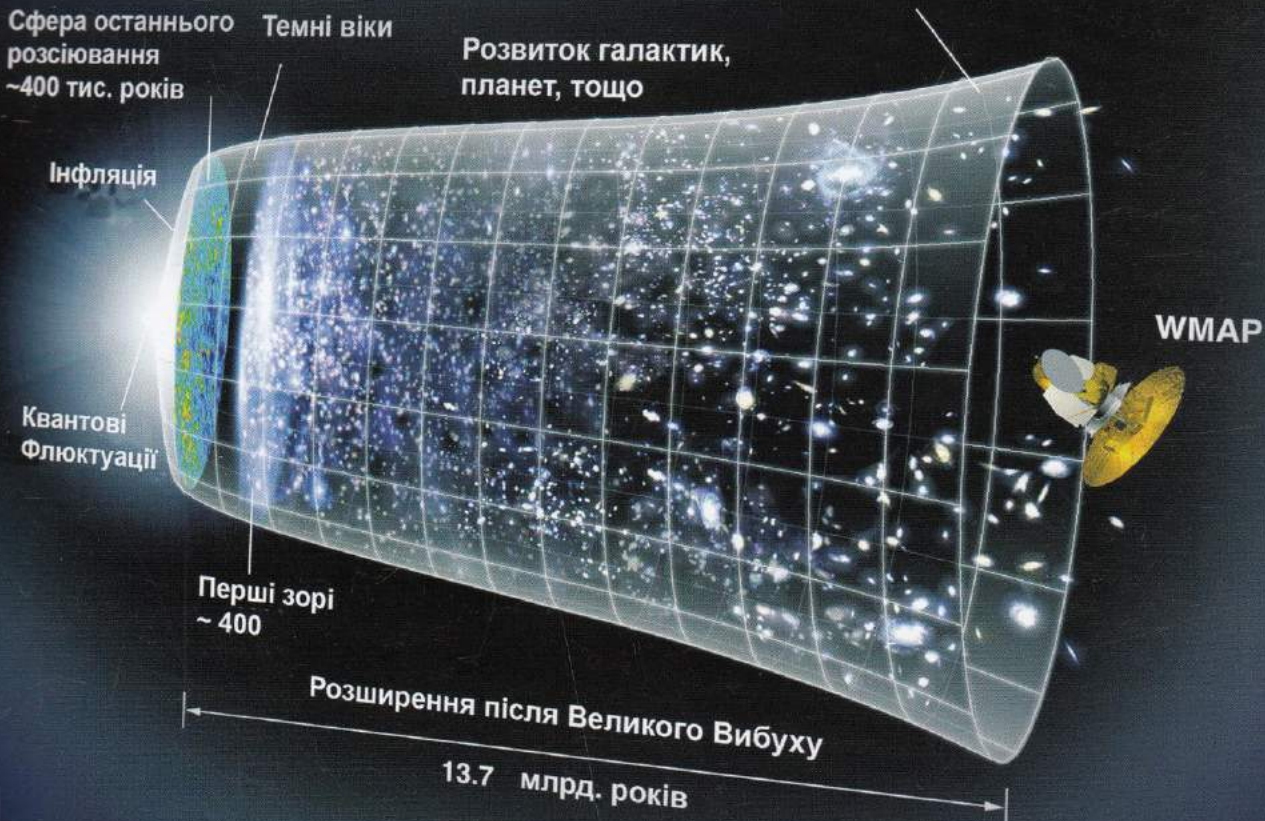
№4
2007

**„Треба вірити, що ти на щось здатний,
і цього „щось” потрібно досягати,
незважаючи ні на що”**

Марія Склодовська-Кюрі



Розширення, прискорене
темною енергією



Редакція журналу...
 про статі викладання фізики та астрономії...
 чимало листів від наших читачів, яким також небайдужі ці проблеми...

Журналу "Світ фізики" 10 років

ЩО ЧЕКАЄ «МАЙБУТНЬОГО ВАШІНГТОНА» У ГЛУХОМУ СЕЛІ?

Олександра СУМАРУК

...а комунікативні під пресом так званого колективного виховання, яке було нічим іншим, як ігноруванням особистості, теж зникли. Таку спадщину мотивів навчання ми отримали...

НОВІ І МАЛОВІДОМІ ЯВИЩА З ФІЗИКИ

ВІД НАНОФІЗИКИ ДО НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Антон Наумовець,
 академік НАН України,

...академік-секретар Відділення фізики і астрономії НАН України

...решького наноскалярну (10^{-9}) нанометр (нм) о нанофізику, то з об'єктах... того, щоб зробити електроніку іміми. До речі, Джеймс... родили 2000...

ЯКОЮ БУДЕ ФІЗИКА ЗА ПІВСТОРІЧЧЯ?

Стивен Вайнберг

...дне з головних завдань фізики – це збагнути будове розмаїття природи єдиним способом найбільш науковій досягнення минулого були ч до цієї мети, об'єднати земну й уторію електромагнетизму – А. Айнштейн у XVII столітті; геометрію простору А. Айнштейн у 1915 році; атомну фізику...

НОВІ І МАЛОВІДОМІ ЯВИЩА З ФІЗИКИ

НОВІ І МАЛОВІДОМІ ЯВИЩА З ФІЗИКИ

Вогонь чи лід: Яким буде кінець світу?

Олекса Біланюк
 професор, США

Some say the world will end in fire.
 Some say in ice... [1]
 Robert Frost, 1916

Вступ

Одне з найважливіших питань сучасної космології стосується густини ρ (2) речовини у Всесвіті. Якщо її значення більше від т. зв. критичної густини ($\rho > \rho_c$), тоді сила всесвітнього тяжіння (гравітації) сповільнить розширення (експансію), яке від його початку у «первинному вибуху» («Big Bang») зазнав наш Всесвіт [3]. Не лише сповільнюється згодом оберне його в... Зесвіт...

АЛЬНІ ПРОБЛЕМИ...

У ХХІ СТОРІЧЧЯ: З ГОРОСКОПАМИ ЧИ ТЕЛЕСКОПАМИ?

Богдан Новосадлий

Старший науковий співробітник
 Астрономічної обсерваторії ЛНУ ім. Івана Франка,
 кандидат фізико-математичних наук

...в зламі тишають ми часто оглядаємось з державних каналів телебачення і радіо, у науці, і то дуже лаконічно, – щоб чи глядач не зупинявся, і, не дай Боже, на інший канал, бо ще ж рідко знайдеш на інформацію про таке цікаве явище, як метеорний злива Леоніди у вересні. Інші канали це менше... наступному... мі...

НОБЕЛІВСЬКІ ЛАУРЕАТИ

Лауреатами Нобелівської премії з фізики 2000 року стали фізики Жорес Алфьоров і Герберт Кромер (Herbert Kroemer) (США) за розвиток напівпровідникових гетероструктур, що використовують високочастотну оптикоелектроніку (нобелівська премія) та Джеймс Флінн (Jim Flannery) (США) за дослідження в сфері інтегральних мікросхем.

НОБЕЛІВСЬКІ ЛАУРЕАТИ

1992

Нобелівський лауреат,
 що народився на
 українській землі...



Жорж Шарпак

Нобелівську премію з фізики 1992 року Шведська Королівська Академія наук присудила відомому фізику-експериментаторові Жоржу Шарпаку (Georges Charpak)

Ч. Вільсон (1927) за винахід камери Вільсона, С. Пауел (1950) за розробку методу ядерної фотографії, Д. Глезер (1960) за створення бульбашкової камери.

ФІЗИКИ СВІТУ

Ісаак Ньютон та його система світу*

Іван Вакарчук
 професор Львівського державного
 університету імені Івана Франка

Якщо я і бачу далі за...
 інше, то лише тому,
 що я стою на плечах
 гігантів

Ісаак Ньютон

Ісаак Ньютон був ученим, який здійснив першу наукову революцію, повністю перебудував принципи мехіки і на їх основі створив кар...



...повіді, він пильно займався фізикою (тобто де вперше йому це вдалося), а не всесвітнім вивченням, ласко Писем до слів і зрозуміти Землі матем...

С В І Т Ф І З И К И

науково-популярний журнал

4(40)'2007

Журнал "СВІТ ФІЗИКИ",
заснований 1996 року,
реєстраційне свідоцтво № КВ 3180
від 06.11.1997 р.
Виходить 4 рази на рік

Засновники:

Львівський національний університет
імені Івана Франка,
Львівський фіз.-мат. ліцей,
СП "Євросвіт"

Головний редактор

Іван Вакарчук

заступники гол. редактора:

Олександр Гальчинський

Галина Шопя

Редакційна колегія:

Олекса Біланюк

Михайло Бродин

Петро Голод

Семен Гончаренко

Ярослав Довгий

Іван Климишин

Юрій Ключковський

Богдан Лукіянець

Юрій Ранюк

Ярослав Яцків

Художник **Володимир Гавло**

Літературний редактор

Мирослава Прихода

Комп'ютерне макетування та друк
СП "Євросвіт", наклад 1000 прим.

Адреса редакції:

редакція журналу "Світ фізики"
вул. Саксаганського, 1,
м. Львів 79005, Україна

тел. у Львові 380 (0322) 39 46 73

у Києві 380 (044) 416 60 68

phworld@franko.lviv.ua; sf@ktf.franko.lviv.ua

www.franko.lviv.ua/publish/phworld

Підводячи підсумки десятирічного творення науково-популярного журналу "Світ фізики", зазначаємо, що наприкінці 1990-х років таке видання було на часі, оскільки в Україні гостро не вистачало наукових і науково-популярних видань.

Журнал знайомив читачів із важливими працями багатьох відомих фізиків світу, зокрема А. Айнштейна, С. Вайнберга, Р. Фейнмана, Р. Яцківа, українських академіків А. Наумовця, М. Бродина, Я. Яцківа, В. Локтева, В. Литовченка та інших.

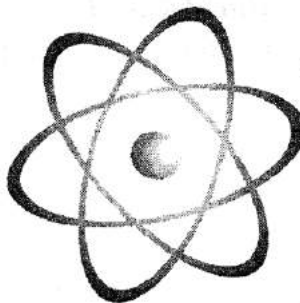
Завдяки журналові "Світ фізики" чимало читачів з віддалених міст і сіл України мали змогу ознайомитись із сучасними тенденціями розвитку фізики.

На сторінках видання публікували свої перші наукові праці українські школярі. Багато з них обрали своїм фахом фізику і нині плідно працюють на науковій ниві.

Робота, яку проводить колектив журналу "Світ фізики", актуальна й сьогодні:

- Видання доносить до широкого загалу важливість для суспільства такої науки як фізика;
- Популяризує здобутки української науки;
- Висвітлює актуальні проблеми науки та освіти в Україні;
- Допомогає учителям і школярам готуватись до олімпіад та інших творчих змагань;
- Формує у читачів науковий світогляд.

**ВІТАЄМО З 10-РІЧЧЯМ "СВІТУ ФІЗИКИ" УСІХ,
ХТО ПРИЧЕТНИЙ ДО ТВОРЕННЯ ЖУРНАЛУ,
НАШИХ АВТОРІВ І ЧИТАЧІВ**



*Не забудьте
передплатити журнал
"Світ фізики"*

**Передплатний індекс
22577**

Передрук матеріалів дозволяється лише з письмової згоди редакції та з обов'язковим посиланням на журнал "Світ фізики"

© СП "Євросвіт"

ЗМІСТ

1. Нові та маловідомі явища фізики

Новосядлий Богдан. Темна енергія – загадка сторіччя

3

2. Фізика світу

Проскура Олександр. Перший біофізик Борис Раєвський
Шона Галина. Винахідник телефону Александер Белл

10

18

3. Фізика України

Спогад про Олександра Проскуру
Ахіллес Манфред, Ахіллес Ганнелоре. Д-р Олександр
Проскура в нашій пам'яті

21

22

4. Актуальні проблеми

Кремінська Лариса. Що очікує випускників під час
зовнішнього незалежного оцінювання 2008 року з фізики

24

5. Нобелівські лавреати

Гальчинський Олександр. Відкриття гігантського
магнетоопору

30

6. Олімпіади, турніри...

Задачі 12-го Відкритого Луганського турніру
юних фізиків (юніорська ліга, 8–9 класи)

35

7. Реальність і фантастика

Внесок німецьких учених у розвиток ракетної техніки

37

8. Інформація

48





ТЕМНА ЕНЕРГІЯ – ЗАГАДКА СТОРИЧЧЯ

Богдан Новосядлий,

*д-р фіз.-мат. наук, директор Астрономічної обсерваторії
Львівського національного університету імені Івана Франка*

Кінець ХХ сторіччя ознаменований відкриттям нової фізичної сутності – темної енергії, яка “розпирає” простір між галактиками і пришвидшує розширення Всесвіту. Її природа – невідома. Над її розгадкою працюють колективи вчених різних країн світу, формують програми досліджень, будують нові телескопи...

Відкриття

Те, що галактики віддаляються одна від одної зі швидкістю, пропорційною до відстані, відомо давно. Вперше це явище виявив американський астрофізик Едвін Габбл ще 1929 року. За допомогою найбільшого тоді телескопа з діаметром дзеркала ~ 2,5 м (обсерваторія Маунт-Вільсон в Каліфорнії, США) він визначив відстані до найближчих галактик за допомогою знайдених у них змінних зір класу цефеїд, які є своєрідними маяками, що дають змогу визначати відстані. Зіставивши ці відстані із їхніми швидкостями, які визначив В. М. Слайфер за зміщенням ліній у спектрах цих галактик, Габбл встановив, що швидкість віддалення окремої галактики більша, якщо більша відстань до неї. Згодом, як інші астрофізики підтвердили це явище, що закономірність назвали законом Габбла.

Варто сказати, що це відкриття не було цілковитою несподіванкою – за сім років до цього його передбачив російський математик Олександр Фрідман, застосувавши рівняння загальної теорії відносності Айнштейна до опису еволюції однорідного ізотропного всесвіту. Із розв’язків, які він одержав, випливало, що такий всесвіт може розширюватися або стискатися. Що робиться із нашим Всесвітом – можна встановити тільки за даними астрофізичних спостережень. Із теоретич-

них робіт Фрідмана та експериментальних Габбла випливало, що спостережуване розбігання галактик є наслідком Великого вибуху, який за сьогоденнішими розрахунками стався 14 мільярдів років тому. У цьому контексті не можна не згадати і внеску Георгія Гамова, вихідця з України, який 1948 року висунув ідею гарячого раннього Всесвіту, наслідком якого є всюдисуще реліктове мікрохвильове випромінювання. Експериментально його виявили лише 1965 року американці Арно Пензіас і Роберт Вільсон, за що їх нагородили Нобелівською премією 1978 року. Праці Фрідмана, Габбла і Гамова стали основою цілого напрямку сучасної астрофізики – фізичної космології. Але оскільки для звичайної речовини діє закон всесвітнього тяжіння, чи інакше гравітація, то таке розширення має відбуватися із сповільненням: кінетична енергія розлітання галактик витрачається на “переборювання” сил гравітації (аналогічно до каменя, підкинутого вертикально догори). Спроби визначити це сповільнення впродовж багатьох років були невдалими. Його значення дало б змогу встановити середню густину матерії, яка заповнює Всесвіт. Проблема полягала головним чином в тому, що для цього потрібно спостерігати дуже далекі галактики, блиск яких надто малий, тож виділити в них окремі джерела випромінювання – зорі, їхнього скупчення, газові туманності тощо – неможливо навіть за допомогою найпотужніших наземних телескопів. До того ж, світло від них рухається до нас кілька мільярдів років, через що ми бачимо їх значно молодшими за нашу та сусідні галактики, а, отже, джерела випромінювання в них відрізняються за своєю випромінювальною здатністю. Тобто до них не можна застосувати методів визначення відстані, які застосовують астрофізики до близьких галактик.



Ситуація змінилася із виведенням на навколоземну орбіту Космічного телескопа імені Габбла з діаметром головного дзеркала $\sim 2,4$ м. Одним із головних завдань, для розв'язання якого створювали цей найдорожчий у світі телескоп, – дослідження далеких галактик з метою уточнення закону Габбла та визначення пришвидшення розширення Всесвіту. Результати досліджень, які проводили дві наукові групи – Співпраця по далеких наднових і Космологічний проєкт по наднових – майже десять років, були опубліковані одночасно 1998 року. Уже із назв наукових груп видно, що об'єктами досліджень були наднові зорі у далеких галактиках. Надновими називають зорі, які знезацька спалахують і сяють як цілі галактики із сотнею мільярдів зір. Таке трапляється із деякими зорями на кінцевій стадії їх еволюції. Частота спалахів невелика – в одній галактиці наднова з'являється в середньому раз на тридцять років. Спалах триває кілька днів, стадія згасання – кілька місяців. Це означає, що їх виявлення – непросте завдання, і кожна наднова – велика подія для астрономів. Серед них є особливий тип наднових – коли вибухає карликова зоря на стадії “горіння” в її ядрі атомів вуглецю і кисню (тип Ia). Виявляється, спалахи таких зір відбуваються наче під кальку – хід зміни блиску з часом та поява характерних ліній свічення окремих хімічних елементів строго пов'язані й однакові у всіх наднових цього типу. Тобто за спектром надгової Ia можна встановити її світність (випромінювальну здатність) незалежно від того, в якій галактиці вона перебуває. Такі об'єкти в астрофізиці називають “стандартними свічками” (джерела світлової енергії з відомим значенням світності). Для близьких галактик такими є уже згадані цефеїди, зорі-гіганти найвищого класу світності, яскраві газові туманності та інші. Але всі вони надто слабкі для реєстрації їх блиску в далеких галактиках. Наднові зорі завдяки їх величезній яскравості в момент спалаху можна спостерігати і в найвіддаленіших галактиках. За допомогою Космічного телескопа імені Габбла, а також найпотужніших наземних телескопів досі в далеких галактиках виявили і докладно дослідили понад півтори сотні наднових цього типу. Така властивість світних об'єктів надзвичайно цінна для астрономії – вона дає змогу встановити абсолютну світність надгової, а за ви-

міряним потоком енергії на Землі – визначити відстань до неї, а, отже, й до галактики, в якій вона перебуває. За спектрами галактик можна визначити червоне зміщення ліній, а на підставі відомого співвідношення видима зоряна величина – червоне зміщення знайти пришвидшення, з яким розбігаються галактики. Результати виявились вражаючими: замість очікуваного сповільнення взаємним гравітаційним притяганням вони розбігаються із пришвидшенням – швидкість віддалення галактик із часом зростає! Якщо повернутись до аналогії з каменем, який підкинули догори, то виглядає так: замість того, щоб сповільнюватись, рухаючись догори, він пришвидшується. За нашим земним досвідом – це неймовірно, за космічним – вимагає пояснення за допомогою фізичних законів. Надійність спостережуваних даних і їх інтерпретації така висока, що навіть найбільші скептики задумались.

Підтвердження

Отже, експериментальне виявлення явища пришвидшеного розширення нашого Всесвіту за допомогою наднових типу Ia – надзвичайно складна і “багатоповерхова” задача. У дискусіях науковців довкола цього питання виникають сумніви: чи справді наднові типу Ia є такими надійними стандартними джерелами свічення? Чи не має пилу в міжгалактичному середовищі, який міг би послаблювати блиск наднових так, як це спостерігається в моделях Всесвіту з пришвидшеним розширенням? Чи не “маскуються” невраховані еволюційні ефекти під пришвидшене розширення Всесвіту? Розвіяти ці сумніви могли б тільки експерименти, які ґрунтуються на інших фізичних принципах. Скажімо, визначати відстані до далеких галактик не за “стандартною свічкою”, а за “стандартним метром”, тобто об'єктом відомих розмірів. Звичайно, через величезні відстані астрономи користуються іншими одиницями довжини – світловими роками, парсеками, кілопарсеками, мегапарсеками, гігапарсеками. Нагадаю, що один парсек (назва походить від двох слів – паралакс і секунда) містить 31 трильйон кілометрів, або 3,26 світлових років. Наша зоряна система – галактика Молочний (або Чумацький) шлях – у поперечнику має майже 30 кілопарсек, скупчення галактик – кілька мегапарсек. Але



проблема в тому, що ні галактики, ні скупчення галактик не мають чітких меж – яскравість поступово спадає від центра до краю, і кутові розміри змінюються з відстанню не тільки через геометричний ефект, а й фотометричний, а, отже, не можуть бути “стандартним метром”. Розв’язок проблеми все ж було знайдено...

Реліктове випромінювання, про яке вже згадувалось, приходиться на Землю зі всіх напрямків з однаковою інтенсивністю і розподілом квантів за енергією. Згенероване у Великому вибусі воно несе інформацію про молодий Всесвіт – ранню гарячу епоху, коли масштаби були в 1000 разів менші від сьогоднішніх. Ні зір, ні галактик тоді ще не було, Всесвіт був однорідно заповнений електронами, протонами і великою кількістю квантів теплового електромагнетного випромінювання, енергії яких вистачало, щоб утримувати атоми водню і гелію (важчих елементів ще не було) в повністю йонізованому стані. Таке середовище непрозоре для випромінювання через розсіяння квантів світла на вільних електронах (грубою аналогією може бути туман, в якому випромінювання розсіюється на дрібних крапельках води). Внаслідок розширення Всесвіту енергія квантів падала, і коли температура знизилась до 3000 градусів Кельвіна, вони вже не могли утримувати водню в йонізованому стані – утворились нейтральні атоми водню (з гелієм це відбулось дещо швидше). Середовище стало прозорим для теплового випромінювання і почало вільно поширюватись. Всесвітові було тоді лише 370 000 років! Через скінчену швидкість поширення світла в будь-яку точку простору приходиться випромінювання зі сфери довкола неї, де воно розсіялось востаннє. З часом її радіус збільшується і сьогодні становить майже 15 мільярдів парсек! Ця сфера окреслює доступну для спостережень астрономічними методами область Всесвіту. Її називають сферою останнього розсіяння реліктового випромінювання. Всі об’єкти астрономічних досліджень розташовані на ближчих відстанях, тобто реліктове випромінювання є заднім фоном. В англійській літературі його здебільшого так і називають – космічне мікрохвильове випромінювання заднього фону (cosmic microwave background radiation). Воно містить інформацію про ранній

Всесвіт та фізичні процеси в ньому. Саме тому у вивчення реліктового випромінювання сьогодні вкладають величезні фінансові та інтелектуальні ресурси людства. Нобелівська премія з фізики за 2006 рік була присуджена Джонові Мезеру і Джорджеві Смуту за всебічне експериментальне вивчення властивостей реліктового випромінювання за допомогою космічного телескопа COBE (COsmic Background Explorer). Перший з них довів, що його енергетичний розподіл і справді є тепловим у всьому доступному для вимірів діапазоні довжин хвиль і температура його сьогодні становить $2,725 \pm 0,001$ градусів Кельвіна. Другий – виявив невеликі відхилення від його повної ізотропії (однаковість властивостей у всіх напрямках) на рівні однієї тисячної відсотка (!), тобто невеликі за амплітудою флюктуації температури в різних напрямках на небі. Ці флюктуації зумовлені зародками елементів майбутньої структури Всесвіту – галактик, скупчень галактик, надскупчень. Їх шукали понад 20 років, але марно. І лише 1992 року науковій команді COBE вдалося їх надійно зареєструвати. Кутова роздільна здатність цього телескопа була невелика – лише 10 градусів. У наступних експериментах вона була доведена до 0,3 градуса і саме це дало змогу встановити “стандартний метр”, важливий для визначення космологічних параметрів нашого Всесвіту. Ним є характерний масштаб гарячих та холодних плям на температурній карті неба, одержаній у радіодіапазоні довжин хвиль реліктового випромінювання. Такий масштаб визначається шляхом, який пододала звукова хвиля у баріонно-фотонній плазмі до моменту, коли середовище стало прозорим для теплового випромінювання. Якщо вміст усіх типів речовини та енергії, що заповнюють Всесвіт, відомий, то цей масштаб можна розрахувати: він становить 150 мегапарсек, або 490 мільйонів світлових років (“стандартний метр”!). Співвідношення між лінійним та кутовим масштабом на сфері останнього розсіяння залежить від параметрів космологічної моделі: середньої густини матерії та темної енергії.

Перші результати визначення характерних кутових розмірів таких плям одержано 2000 року в стратосферних експериментах BOOMERanG і MAXIMA. Вже вони показали, що характерні



кутові розміри плям узгоджуються з моделями, в яких переважає за густиною темна енергія, яка зумовлює пришвидшене розширення Всесвіту в сучасну епоху. Остаточо це підтвердив космічний експеримент WMAP, в якому отримано карту всього неба в різних довжинах хвиль реліктового випромінювання (від 3 до 13 мм). Результати за рік спостережень було опубліковано 2003 року, а за три роки спостережень – 2007-го. Характерні кутові розміри плям, що одержано в цьому експерименті, становлять 0,6 градуса. Лінійні й кутові розміри узгоджуються між собою у моделях, в яких частка темної енергії становить не менше ніж 70 %! Отже, було незалежно підтверджено існування темної енергії, до того ж одержані оцінки її густини в обох тестах добре узгоджувались між собою.

Є й інші опосередковані свідчення про існування темної енергії. Американські астрофізики Нета Бакал і Хяогу Фан виявили кілька дуже масивних скупчень галактик на відстані майже десяти мільярдів світлових років. Тобто вік Всесвіту в момент, коли спостережуване тепер світло покинуло ці об'єкти, становив третину сучасного віку Всесвіту. Аналізуюючи можливості їх утворення в таку ранню епоху еволюції Всесвіту, вони прийшли до висновку, що це можливо тільки в моделях з темною енергією. Галактики та скупчення галактик розкидані у Всесвіті неоднорідно, а утворюють згущення і розрідження різних масштабів. Аналізуючи такі неоднорідності та відхилення швидкостей галактик під їхнім впливом від закону Габбла, учені дійшли висновку, що густина матерії, яка самогравітує, становить майже третину повної густини енергії Всесвіту.

Якщо скласти всі дані як частинки мозаїки в одне ціле, то вимальовується такий склад нашого Всесвіту: темна енергія – 73 %, темна матерія – 22 %, баріонна речовина – 5 %. Баріонна речовина – це всі хемічні елементи, які входять до складу зір, планет, галактик та розсіяні в міжзоряному та міжгалактичному просторі. Одна з її важливих властивостей – участь в електромагнетній взаємодії (поглинає, випромінює та розсіює електромагнетне випромінювання). Завдяки саме цій властивості наш світ такий багатий на різноманіття виявів живої та неживої природи.

Темна матерія бере участь тільки у гравітаційній взаємодії та, можливо, слабкій. Вона не випромінює, не поглинає і не розсіює електромагнетного випромінювання, тому й названа темною. Її виявили і вивчають за гравітаційним впливом на світну речовину – газ, зорі, галактики. Неоднорідності темної матерії своїм гравітаційним полем стягували до себе баріонну речовину, в згустках якої сформувались зорі, галактики, скупчення галактик. Які частинки є носіями темної матерії поки що невідомо. Теорія елементарних частинок пропонує цілий “зоопарк” гіпотетичних частинок кандидатів у темну матерію. Потрібно проводити експерименти та шукати астрофізичні тести для їх відбору.

Із темною енергією, яка домінує за густиною, ситуація ще складніша. Вона виявляється тільки на космологічних відстанях протилежним знаком гравітаційної дії. Це справді нова сутність, не подібна до всього того, з чим мали справу досі фізики у своїх лабораторіях і астрономи в царині зір і галактик. Чи було її відкриття повною несподіванкою для теоретиків?

Гіпотези

Треба визнати, що ні. Ще 1917 року Альберт Айнштайн доповнив рівняння загальної теорії відносності, які він одержав 1916-го, сталим доданком, який урівноважував гравітаційне притягання звичайної матерії. Вона працювала як сила розштовхування пропорційна відстані й виявляла себе тільки на космологічних масштабах. Її назвали космологічною сталою. Введенням цього доданка Айнштайн прагнув одержати стаціонарну модель однорідного ізотропного Всесвіту, яким він тоді собі його уявляв. Властивості світу з космологічною сталою, але без матерії докладно проаналізував де Сіттер того ж 1917 року (модель світу де Сіттера). Олександр Фрідман 1922 року довів, однак, що навіть з космологічною сталою загальний розв'язок рівнянь Айнштайна нестаціонарний. Айнштайн погодився з аргументами Фрідмана і згодом відмовився від космологічної сталої, сказавши, що її введення було найбільшим промахом у його житті. Про це згадує Георгій Гамов у книжці “Моя світова лінія”. Проте космологічна стала “жила”, і астрофізики не раз зверталися до неї, щоб розв'язати проблеми, які виникали при



інтерпретації даних спостережувальної космології, і відкидали, коли знаходили прийнятніші пояснення. На початку 80-х років модель де Сіттера дала змогу розв'язати низку проблем, які виникли при розбудові теорії раннього Всесвіту за допомогою моделей Фрідмана: проблема початкового надщільного стану (проблема сингулярності), проблема однаковості властивостей реліктового випромінювання у всіх напрямках – на момент його відриву від речовини точки віддалені понад 2 градуси були поза межами досяжності будь-яких фізичних взаємодій (проблема горизонту), проблема евклідовості простору у всій доступній для спостережень ділянці (проблема “пласкості”), відсутність магнетних монополів, які передбачаються теоріями Великого об'єднання, та інших. Синтез властивостей світу де Сіттера і квантової теорії поля породив квантову космологію та інфляційну модель раннього Всесвіту – короткочасну стадію швидкого пришвидшення розширення, яка елегантно розв'язала ці проблеми. (Важомих внеском у становлення квантової космології є праці 1970-х років відомого українського вченого П. І. Фоміна). І, зрештою, космологічна стала цілком задовільно пояснює пришвидшене розширення Всесвіту, яке виявили за тестом видима зоряна величина – червоне зміщення, характерні кутові розміри плям на картах неба реліктового випромінювання (експерименти BOOMERanG, MAXIMA, WMAP), існування масивних скупчень галактик на високих червоних зміщеннях ~ 1 та інші дані спостережувальної космології. Скидається на те, що “промах” Айнштейна – насправді геніальна здогадка, яка знайшла експериментальне підтвердження за 81 рік! Утім намагання збагнути фізичну суть космологічної сталої виявили низку запитань, відповіді на які можуть бути тим Розетським¹ каменем, який приведе до побудови теорії єдиних взаємодій та походження

¹Розетський камінь – базальтова стела з написом (196 до Р. Х.), знайдена 1998 року під час експедиції Наполеона Бонапарта до Єгипту; напис єгипетською і грецькою мовами дав змогу Ж. Ф. Шампольйонові прочитати 1822 року єгипетське письмо (єрогліфи); від 1801 року – у Британському музеї (Лондон). Часто вживається у переносному значенні як ключ до розгадки чогось важливого.

Всесвіту. Саме тому цей напрям досліджень є одним із найпріоритетніших у фізиці та астрофізиці. До нього залучаються найпотужніші наукові колективи, зокрема й українські.

Що ж це за питання? Космологічна стала незмінна з часом її значення сьогодні таке ж як і в момент Великого вибуху. Але якщо сьогодні густина темної енергії приблизно втричі більша від густини матерії (баріони + темна матерія), то на початку Великого вибуху вона була на 120 порядків (!) менша. Тобто, у ранню епоху еволюції Всесвіту, коли формувались фізичні взаємодії, її густина енергії становила $0,000...1$ (120 нулів перед одиницею) від густини енергії інших фізичних полів. Це дуже мала величина, майже нуль. Однак, якщо б перед одиницею було 115 чи 100 нулів, то це привело б до фатальних наслідків – Всесвіт почав би пришвидшено розширюватись ще до того, як утворились галактики, зорі, планети і життя на них. Щораз більший темп розлітання не дав би їм сформуватися. У такому Всесвіті нічого б не було, і нас з вами, дорогий Читачу. Тому виникає проблема, як пояснити таке точне налаштування значення космологічної сталої в ранньому Всесвіті. Спонтанно чи випадково таке налаштування не могло відбутися, принаймні задовільного пояснення цього явища фізики поки що не мають. З іншого боку, якщо інтерпретувати космологічну сталу як властивість вакууму (енергія його основного стану), то з'являються розбіжності з квантовою електродинамікою, яка сьогодні найточніше експериментально перевірений розділ фізики. Все це спонукає фізиків і астрофізиків шукати альтернативу космологічній сталій.

Такою альтернативою є темна енергія – сутність Всесвіту, яка подібно до космологічної сталої зумовлює його пришвидшене розширення. Нею є новий тип фізичного поля (деколи називають її сутність – квінтесенція), яке однорідно заповнює наш Всесвіт і розпирає простір. Сьогодні густина темної енергії переважає середню густина енергії всіх інших полів і частинок і зумовлює спостережуване пришвидшене розширення Всесвіту в космологічних масштабах. Але в минулому вона могла бути співмірною з густиною інших фізичних полів, або зовсім щезати, залежно від моделі такого поля. Учені аналізують найпростіші з них – скалярні поля. В арсеналі теоретиків варіантів та-



ких полів багато. Залежно від фізичних властивостей, впливу на звичайну та темну матерію, поведінку в минулому та майбутньому їх поділяють на кілька класів (класичне скалярне поле – квінтесенція, тахіонне поле, фантомне поле, k -есенція, газ Чаплигіна тощо). Проте жоден з них ще не має переваг ні теоретичного характеру, ні підтверджень чи суперечностей із спостереженнями. Невідомо також, як темна енергія пов'язана з первісним скалярним полем, яке зумовило інфляційну стадію у ранньому Всесвіті. Щоб встановити природу темної енергії, треба докладно вивчити її вплив на динаміку розширення Всесвіту в різні епохи його еволюції, формування структури та анізотропії реліктового випромінювання для того, щоб знайти вирішальні тести для кожного класу.

Інша альтернатива – узагальнення теорії гравітації Айнштейна на більше число просторово-часових вимірів. Наш $3+1$ вимірний світ у такій моделі – наче тонка плівка у просторі-часі більшої розмірності, на якій “зайві виміри” компактифіковані. Всі матеріальні поля і взаємодії зосереджені в цій плівці, а гравітація є виявом дії багатовимірного простору. Багато властивостей спостережуваного Всесвіту у цій моделі з'являються досить природно, зокрема й пришвидшене розширення. Цей напрям, який започаткували ще у 20-х роках минулого сторіччя німецькі математики Калуца і Кляйн, у наш час бурхливо розвивається і обіцяє відкрити нам незвичні властивості світу в інших вимірах.

І, зрештою, найрадикальніша альтернатива – це модифікація теорії гравітаційної взаємодії. Загальна теорія відносності перевірена прямими експериментами тільки в межах Сонячної системи. Астрономічні спостереження об'єктів з поза її меж вимагає введення поняття темної матерії та темної енергії чи космологічної сталої. Роблять спроби модифікувати закон Всесвітнього тяжіння і закони Ньютона так, щоб пояснити всі спостережувані дані без залучення неспостережуваних у лабораторіях полів і частинок. Роботи у цьому напрямі тривають... Дослідників надихає поведінка космічних апаратів Піонер-10 і Піонер-11, які досягли меж Сонячної системи, – у їх русі начебто виявлено відхилення, які не пояснюються законом всесвітнього тяжіння та загальною теорією відносності. Але навіть у разі прориву в цьому нап-

рямі проблема темної матерії та темної енергії не зникає, бо варіанти теорії Великого об'єднання передбачають також існування частинок з властивостями темної матерії, і скалярних полів з властивостями темної енергії.

Ці напрями потребують вдосконалення математичного апарату загальної теорії відносності та його застосувань до інтерпретації даних астрономічних спостережень. Дослідження властивостей чорних дір, передбачених загальною теорією відносності, та поведінки речовини в їх околицях – надзвичайно важлива задача релятивістської астрофізики. Потужним інструментом у дослідженнях просторового розподілу темної матерії і властивостей темної енергії стає новий напрям досліджень – гравітаційне линзування об'єктів заднього фону об'єктами переднього, який сьогодні активно розвивається. Гравітаційні хвилі поки що єдиний незареєстрований прямий експеримент передбачення загальної теорії відносності. Ці та інші задачі, пов'язані з розвитком теоретичних та експериментальних аспектів загальної теорії відносності, нині найактуальніші у фізиці та астрофізиці.

Перспективи

Дослідження природи темної енергії розвиваються надзвичайно бурхливо. Наукові фонди Європи, США та Росії фінансують ці дослідження як найпріоритетніші, оскільки їх результати важливі і для теорії еволюції зір, галактик і Всесвіту, і для теорії елементарних частинок та фундаментальних взаємодій. Впродовж наступних десяти років планують встановити кілька телескопів нового покоління, за допомогою яких точність визначення рівняння стану темної матерії досягне 1 % (сьогодні становить майже 20 %). В Україні такі дослідження проводять невеликі наукові колективи в кількох національних університетах (Одеському, Львівському, Харківському, Дніпропетровському), Київському національному університеті імені Т. Шевченка, Національному університеті “Києво-Могилянська Академія” та наукових установах Національної академії наук (Головна астрономічна обсерваторія, Інститут теоретичної фізики, Інститут ядерних досліджень, Радіоастрономічний інститут, Інститут прикладних проблем механіки і математики). Щоб об'єднати їхні зусилля та коор-



динацію досліджень, 2005 року запроваджено “Міжгалузевий координаційний план досліджень у галузі гравітації, релятивістської астрофізики та космології – космомікрофізика” (голова Наукової ради академік А. Г. Загородній). Ініціаторами такої координації досліджень були директор Астрономічної обсерваторії КНУ ім. Т. Шевченка д-р фіз.-мат. наук Б. І. Гнатик (м. Київ) та заступник директора з наукової роботи ІППММ НАНУ д-р фіз.-мат. наук В. О. Пелих (м. Львів). У січні 2007 року на спільному засіданні Президії Національної академії наук України та Колегії Національного космічного агентства України академік Я. С. Яцків запропонував цільову програму наукових досліджень НАНУ “Дослідження структури та складу Всесвіту, прихованої маси і темної енергії”, виділено кошти на її реалізацію. Керівник цієї програми – академік В. М. Шульга. Крім виконання великого кола досліджень уже існуючими групами, програма передбачає підготовку і залучення молодих учених до її виконання, видання наукової, навчальної та науково-популярної літе-

ратури. Отже, є підстави сподіватись, що здобутки українських учених у цій галузі будуть цитувати не тільки в ретроспективних оглядах розвитку проблеми, а перебуватимуть на передньому краї науки, примножуючи наші знання про найфундаментальніші властивості світу, в якому ми живемо.

Література

1. Величний космос// Світ науки. Спеціальний випуск журналу. – 2001. – № 2 (8).
2. Сажин М., Сажин О. Прискорене розширення і “темна енергія” Всесвіту.// Світогляд. – 2007. – № 3 (5). – С. 40–49.
3. Біланок О. Вогонь чи лід: Яким буде кінець світу? // Світ фізики. – 2000. – № 4. – С. 3–7.
4. Конселіс К. Невидима рука Вселенної.// В мире науки. – 2007. – № 6.
5. Новосядлий Б. Основи і становлення сучасної космології.// Педагогічна думка. – 2004. – № 2. – С. 3–12.

Телетайпним рядком

В Інституті фізики конденсованих систем НАН України від 31 жовтня до 2 листопада 2007 року відбулася II Робоча нарада з актуальних проблем фізики м'якої речовини. Меморіальні читання на пошану видатного українського фізика-теоретика академіка Олексія Ситенка. У нараді брали участь науковці з Києва, Харкова, Львова та інших міст. З доповідями виступили А. Загородній, Ю. Ранюк, А. Свідзинський, І. Вакарчук, І. Анісімов, О. Бакай, В. Литовченко та інші. Науковці проаналізували вагомий внесок О. Ситенка у теорію плазми, теоретичну ядерну фізику та інші галузі фізики. Ольга Кочерга у своїй доповіді зазначила, що велику увагу академік приділяв українській фізичній термінології, вболівав за долю України. Син Олексія Ситенка Юрій розповів присутнім про історію козацького роду Ситенків.

*Народе мій, ошуканий, обдертий,
Підступно приспаний облудою до небуття.
Прокинься врешт. Не дай надії вмерти,
Відкинь обіцянки облесні, як сміття.*

*Нехай воляють у безпам'ятстві вітій,
Наперобій з трибун солодкий мед ллючи.
Відторгни їх, збери джерельні сили,
Бо тільки в них до майбуття ключі.*

Із книжки О. Ситенко. Поетичні окрушини.



ПЕРШИЙ БІОФІЗИК БОРИС РАЄВСЬКИЙ

Олександр Проскура

*кандидат фізико-математичних наук
(Берлін, Німеччина)*

Метою життя Бориса Миколайовича Раєвського (19.07.1893–22.11.1974) було виокремлення та оформлення нової наукової галузі, в якій він плідно працював і яка виникла завдяки його і зусиллям його колег на пограниччі кількох наук, насамперед фізики та медицини, у вигляді самостійної наукової дисципліни – біофізики. Своєї мети Б. Раєвський досягнув. Видатний німецький фізик В. Політ, аналізуючи діяльність Б. Раєвського до його 70-річчя, зазначив, що 28 грудня 1937 року потрібно вважати днем народження сучасної (модерної) біофізики, оскільки саме цього дня Б. Раєвський став директором науково-дослідного інституту, який створили для нього в німецькому місті Франкфурті на Майні, в назву якого він ужив термін “біофізика” – “Інститут біофізики Товариства Кайзера Вільгельма” (згодом – “Інститут біофізики Товариства Макса Планка”) [1].

Борис Миколайович Раєвський народився 17 липня 1893 року в українському місті Чигирин у дворянській родині. Він виховувався і здобував освіту в Києві у знаменитій гуманістичній Колегії імені Павла Галагана. В цій Колегії навчались обдаровані діти з різних соціальних верств. Колегія мала добру славу. Саме тому родина Раєвських переїхала до Києва, оскільки саме тут дітям можна було забезпечити головне – дати добру освіту. У Б. Раєвського, як стверджує його син професор Ессенського університету Манфред Федір Раєвський (Manfred Fedor Rajewsky) про Колегію залишилися найкращі спогади. Після завершення навчання в Колегії, Б. Раєвський одержав золоту медаль як відзнаку за відмінні успіхи. Упродовж 1912–1917 роках вивчав фізику на математично-природничому факультеті Київського університету Святого Володимира, де 1918 року одержав

державний диплом 1-го ступеня, захистивши дисертацію з фізики на тему: “Дисперсія електричних хвиль у рідких діелектриках”. Його науковим керівником був професор С. Каляндик, відомий в історії фізики, зокрема, відкриттям явища фотополаризації діелектриків, здійсненим разом з О. Гольдманом. Року 1919–1920 Б. Раєвський працював асистентом у Київському університеті, викладав фізику і мав наміри продовжувати наукові дослідження. Однак постійна зміна ситуації в державі кардинально змінила його життєві плани.

Університети в Україні 1921 року було скасовано і перетворено на педагогічні інститути. Відповідно з цим було обмежено фінансування наукових досліджень, наслідком чого стала масова еміграція науковців до Росії та на Захід. Цю ситуацію, яка дещо подібна до впливу науковців з України наприкінці ХХ сторіччя, проаналізував ще 1927 року в листі до О. Гольдмана його колега професор Г. де Метц [2], згадавши й про втрату для української науки, пов’язану з від’їздами С. Каляндика, Б. Раєвського та багатьох інших і корифеїв, і талановитої молоді. Того ж 1927 року академік АН УРСР О. Гольдман у статті “Фізика в Україні у 10-ту річницю Радянської України”, що була надрукована до 10-річчя Жовтневої революції в Росії, зазначав: “Треба докласти надзвичайних зусиль, щоб поставити українських дослідників у такі ж умови, в яких працюють фізики центрів Росії, забезпечення розвитку власної науки вимагає насамперед організації потужних баз наукової роботи – інститутів” [3]. О. Гольдманові за десятиліття інтенсивної цілеспрямованої праці вдалося у Києві поступово організувати таку потужну базу як Інститут фізики (нині Інститут фізики НАНУ). Однак 1938 року О. Гольдман був репресований і тривалий час перебував на зас-



ланні з тавром “український націоналіст”. Під час репресій 1937–1938 років в Україні було розгромлено харківський Український фізико-технічний інститут, хоча він своїми працями з ядерно-фізичних досліджень і пришвидшувачів досягнув світового рівня і став одним з провідних у Радянському Союзі. Про згубні для науковців наслідки репресій відомий дослідник Ю. Ранюк у змістовній монографії про ядерну фізику в Україні висловився так: “І річ не лише в тому, що найвидатніші вчені опинилися за ґратами чи були розстріляні. Ті, що залишилися на волі, на все життя були залякані, а їхня ініціатива паралізована. Припинилися життєдайні зв’язки з іноземними колегами” [2]. Лиха доля обминула Б. Раєвського. Він виїхав працювати на Захід.

На родинній раді Раєвських під час обговорення питання про можливу еміграцію сумніви відхилила бабуся, категорично заявивши: “Іхати!” Зрозуміло, що в Б. Раєвського, хоча б з огляду на його дворянське походження та з урахуванням сумнівних перспектив для наукової діяльності в часи розрухи були поважні причини для еміграції. Він спершу потрапив до Болгарії, де рік викладав математику та фізику в гімназії біженцям з колишньої Російської імперії. Тут Б. Раєвський отримав листа від свого колишнього викладача з Київського університету д-ра Олександра Яницького, який дещо раніше теж полишив Київ і вже працював у Франкфурті на Майні в дослідницькому інституті у Фридриха Десауера (Friedrich Desauer). У листі була приваблива для Б. Раєвського пропозиція займатись науковою роботою в Німеччині. Тому в грудні 1922 року Б. Раєвський прибув до Німеччини.

Ф. Десауер (1881–1963) прийняв Б. Раєвського на роботу 1923 року, запропонувавши йому посаду асистента в своєму “Інституті фізичних засад медицини”, який заснували за два роки до цього при Університеті Йоганна Вольфганга фон Гете. Тут фізик Б. Раєвський почав, як він сам висловився, “студіювати біофізику”. Він швидко став правою рукою, наступником і послідовником Ф. Десауера і настільки сильно вплинув на ситуацію в науці, що часи становлення і розвитку німецької біофізики називають ерою Раєвського.

До приходу Б. Раєвського динамічний і багатогранний Ф. Десауер вже позбувся своєї фірми, яка

успішно виготовляла рентгеновське медичне обладнання, і вирішив досліджувати фізичні та біологічні основи рентгенотерапії раку та відповідно навчати лікарів. Саме з цією метою він і створив інститут. Уже 1922 року в статті “Про деякі післядії опромінення”, яку було опубліковано в 10-му томі журналу “Zeitschrift für Physik”, Ф. Десауер сформулював два принципових положення, важливих для розуміння дії електромагнетних променів на біологічні об’єкти:

1. Для біологічної дії опромінення обов’язково важливим є те, що під час поглинання енергії об’єктом енергія, відповідно до законів квантової теорії, концентрується за дуже короткий відтинок часу в дуже маленькому об’ємі.

2. Біологічна дія опромінення підлягає стохастичним законам.

Ці фундаментальні положення математично опрацювали Марієтта Блау (Marietta Blau) та Камілло Альтенбургер (Kamillo Altenburger), а експериментальні матеріали представив Б. Раєвський. Саме цими дослідженнями в інституті Ф. Десауера було створено певний центр сучасної радіаційної біології та закладено початок теорії влучань, подальшому розвитку якої сприяли дослідження Б. Раєвського, в яких вивчався вплив на білок електромагнетного опромінення у широкому спектральному діапазоні – від ультрафіолетових до жорстких рентгеновських променів.

Ф. Десауер перший зрозумів, що під час вивчення взаємодії між променевою енергією та живою матерією потрібно брати до уваги закони, для з’ясування і формулювання яких непридатні ні окремо взяті медико-біологічні галузі науки, а ні прямо перенесені в ці дослідження теоретичні та експериментальні методи фізичних досліджень. І як вже згодом, підводячи певні підсумки, було відзначено, що для постановки і проведення таких досліджень саме в особі Б. Раєвського Ф. Десауер знайшов конгеніального учня [4].

Коли Б. Раєвського прийняли до інституту Ф. Десауера, там опрацьовували дві проблеми, а саме, з’ясовувалось, по-перше, які основні процеси відбуваються в живому організмі при променевої терапії та, по-друге, чи можна рентгеновським опроміненням замінити використання дефіцитного радію під час лікування ракових захворювань. Перед Б. Раєвським спершу було пос-



тавлено суто фізичне завдання – вимірювання коефіцієнтів поглинання жорстких рентгенівських променів у води та амонію. Внаслідок сумлінних вимірювань та їхнього аналізу з'явилась перша публікація д-ра Б. Раєвського (Boris Rajewsky) у Німеччині, яку він виконав 1923 року спільно з д-ром Егоном Лоренцом (Egon Lorenz). Б. Раєвському вдалось швидко визначитись у цій новій науковій ситуації, і вже 1928 року він засвідчив своє активне входження у нову наукову галузь, опублікувавши в часописі "Strahlentherapie" оглядову статтю "Зауваження про природу дії опромінення", в якій йшлося про природу фотохімічної реакції та послідовні хімічні перетворення під час опромінення біологічних об'єктів. Принагідно варто зазначити, що вже 1927 року Б. Раєвський одержав німецьке громадянство.

Для повноти історичної картини в розвитку цього напрямку досліджень потрібно зауважити, що докторант Вольфганг Гентнер (Wolfgang Gentner) одержав від Ф. Десауера завдання з'ясувати, чи біологічна дія рентгенівського проміння спричинена безпосередньо рентгенівськими квантами енергії, а чи вона опосередковано зумовлена високоенергетичними електронами, що виникають під час поглинання речовиною рентгенівських променів. Для методики проведення порівняльних дослідів В. Гентнер збудував пришвидшувач електронів, вперше використавши для фокусування електронного пучка магнетну лінзу. Дослідами В. Гентнера за участю Б. Раєвського було встановлено, що біологічна дія рентгенівського проміння справді зумовлена швидкими електронами, що переносять від рентгенівських фотонів енергію, потрібну для біологічної дії на живу матерію. Відкриття Б. Раєвським явища багаторазового Комптон-ефекту в біологічних об'єктах і обговорення його значення для перерозподілу енергії жорстких рентгенівських та гама-променів між електронами з наголошенням на їхній терапевтичній дії він описав 1926 року. Згодом на підставі цих досліджень Б. Раєвський, щоб локалізувати ефективну терапевтичну дію опромінення, організував розроблення, виготовлення та експлуатацію в клінічних умовах якісно нової відповідної апаратури.

Спочатку Б. Раєвський багато часу приділив конструюванню вимірювальних камер, одна з

яких і тепер працює в багатьох клінічних рентгенівських установках. Вагомим здобутком Б. Раєвського став лічильник квантів енергії в ультрафіолетовому та сусідніх діапазонах електромагнетних хвиль, який він розробив на базі відомої школярам лічильної трубки Гайгера-Мюлера, дотепно використавши її здатність працювати в режимі зовнішнього фотоелектричного ефекту. Раєвський 1929 року захистив за фахом "фізика та фізичні основи медицини" відповідно до німецького законодавства докторську дисертацію про дію рентгенівського опромінення на протеїни, а 1930 року почав вже зі своїми учнями вивчати фізичні та біофізичні основи медичного використання високочастотних електромагнетних полів, розглядаючи біологічне тіло як негомогенний діелектрик. Ці дослідження було розширено дещо пізніше на сантиметровий діапазон довжин електромагнетних хвиль. За участю Германа Денцера (Hermann Danzer), Германа Швана (Hermann Schwan) і Гельмута Паулі (Helmut Pauly) у цьому напрямі досліджень було одержано цінні наукові результати.

В інституті Б. Раєвський став першим помічником, чи, як часто в таких випадках говорять, правою рукою Ф. Десауера. Звичайно Б. Раєвський керував інститутом тоді, коли Ф. Десауер, який 1924 року був заангажований до політичної діяльності і видавав велику газету з критичними антинацистськими матеріалами, працював у німецькому парламенті – Райхстазі. Коли до влади прийшли націонал-соціалісти, Ф. Десауер був змушений емігрувати і 1934 року виїхав з Німеччини. На його пропозицію фонд Освальда запросив Б. Раєвського очолити інститут. Тоді Інститут перебував у скрутному політичному та фінансовому становищі. Колегам Б. Раєвського навіть здавалось, що його рішення прийняти інститут швидше було виявом сильного характеру всупереч інтелекту. Перші кілька років основні зусилля нового директора були підпорядковані тому, щоб забезпечити виживання інституту. Для підтримки інституту і для подолання труднощів Б. Раєвський вишукував різні фонди, а також віддавав інституті гонорари за власні роботи. Водночас тематику наукових досліджень порівняно з часами Ф. Десауера вдалось розширити, і в інституті були виконані піонерські дослідження з біофізичної дії вве-



дених до організму ізотопів та з терапії короткохвильовими електромагнетними променями.

Під керуванням Б. Раєвського в "Інституті фізичних засад медицини" виникли нові напрями досліджень, а одержані наукові біофізичні результати стали настільки важливими, що привернули до себе увагу провідних наукових кіл. Внаслідок цього наукове Товариство Кайзера Вільгельма (нині Товариство Макса Планка, Max-Planck-Gesellschaft) 1937 року створило для Б. Раєвського в своїй системі дослідних установ новий інститут, попередником якого був інститут Ф. Десауера. Створенню біофізичного інституту для Раєвського була надана перевага перед створенням дещо пізніше Хеміко-технологічного інституту. В "Інституті біофізики Товариства Макса Планка" Б. Раєвським та його школою були виконані фундаментальні дослідження. Водночас інститут був і навчальною базою для підготовки наукових спадкоємців і для педагогічної роботи Б. Раєвського в університеті, де він 1936 почав також адмініструвати на посаді декана науково-природничого факультету, а за два роки став проктором.

Результати досліджень випромінювання радію, які розпочав Б. Раєвський 1935 року, дали йому змогу наступного року повідомити про допустиму для людського організму дозу опромінення. Саме цю дозу 1950 року в Лондоні на Міжнародному радіологічному конгресі було прийнято за основу для відповідного визначення.

Дослідження з біофізики радіоактивності охоплювали широке коло питань, зокрема, таких:

1. Кількісно вивчали природну радіоактивність живих речовин і встановлювали її значення для життєвих процесів.

2. Через те треба було емпірично встановити допустимі концентрації радіоактивних речовин в організмі за точного обґрунтування їхніх величин.

3. Було виконано засадничі дослідження з проблеми виникнення раку легенів у гірників на копальнях із радіоактивними рудами та широко-масштабні досліді на тваринах для з'ясування дії рентгенівських променів та альфа-частинок на все тіло.

4. У бальнеології радію точно аналізували й науково обґрунтовували практичне використання

введених до організму радіоактивних речовин. Дослідження цих тем, окрім наукового пізнавального зацікавлення, безпосередньо торкалась проблем життя та здоров'я людей, які працювали в індустрії вироблення радію та в умовах розроблення покладів урану. Інститут Б. Раєвського був єдиним місцем у Німеччині, де була потрібна для здійснення цих робіт спеціально розроблена апаратура та було накопичено відповідний досвід роботи. Медична радіологія стала особливо важливою дослідницькою проблемою Б. Раєвського, як кажуть, стала його любов'ю.

Б. Раєвський 1942 року висунув пропозицію організувати Біофізичне наукове товариство. Після узгодження всіх формальних питань у Берліні 15 липня 1943 року відбулись установчі збори Німецького біофізичного товариства, яке було зареєстровано у Франкфурті на Майні.

Під кінець Другої світової війни Б. Раєвський та його інститут перебували під щораз більшим політичним тиском і наглядом, не в останню чергу це зумовлювалось передісторією інституту. Складність становища Б. Раєвського відчувається в його листі до В. Гентнера (W. Gentner) 12 лютого 1945 року, в якому вчений, зокрема, зазначив: "...як велике щастя може сприйматись просто усвідомлення того, що за важких часів залишаєшся не наодинці, а маєш справжніх друзів". В. Гентнер відповів Б. Раєвському листом з Гайдельберга: "У середині березня тут у поліції від мене вимагали відгуку про Вас і після розмов з цими паннами я нетерпляче очікую, що Ваші страждання скоро припиняться". Б. Раєвського переселили до Ваха (Vacha), звідки він повернувся до Франкфурта на Майні після приходу американського війська і побачив, що розбомблений і зруйнований університет припинив роботу і що в майже знищеному будинку Інституту біофізики теж неможливо працювати. У липні 1945 року, після безплідних розшуків Б. Раєвського у Франкфурті на Майні, окупаційна влада знайшла його в Окштадті (Ockstadt), де містився евакуйований Інститут біофізики, далі його викликали на допити до Гайдельбергу та інтернували. За вісім місяців Б. Раєвського звільнили, і він та М. Шон (M. Schon) одержали пропозицію разом підготувати до друку двотомник "Біофізика" з оглядом німецьких біофізичних досліджень за 1939–1946 роки.



Після війни існуванню інституту загрожував намір союзників розформувати Товариство Кайзера Вільгельма. Однак проблему було розв'язано в той спосіб, що після припинення діяльності Товариства Кайзера Вільгельма виникло як його спадкоємець Товариство Макса Планка, в системі якого залишився інститут Б. Раєвського. Працівників інституту тривожило також те, що американці неодноразово запрошували Б. Раєвського переселитись до США разом з персоналом та інститутським устаткуванням. Відповідна спокуслива пропозиція була і з боку Франції. Проте Б. Раєвський зволікав з відповіддю. Він здійснив чотири тижневий візит до Америки, а тим часом його обрали у Франкфурті на Майні ректором університету, і він повернувся до свого інституту.

Завдяки організаторським здібностям Б. Раєвського та жертвній праці працівників до інституту пощастило повернути частину евакуйованого обладнання та розпочати відбудовні роботи. Б. Раєвському щастило налагоджувати добрі стосунки з впливовими особами, зокрема, з президентами Товариства Кайзера Вільгельма Максом Планком і Бошем (Bosch) та генеральним секретарем Телшовим (Telschow) і заручитись їхньою підтримкою. Інститут було відбудовано 1948 року. Підтримку також надавав президент Товариства Макса Планка видатний німецький фізик Отто Ган (Otto Hahn).

Багато досліджень, які запланував і розпочав Б. Раєвський, перервала Друга світова війна. Інститут було майже знищено авіаційними бомбуваннями міста, а обладнання та співпрацівники були розсіяні по всій Німеччині. І знову відданість Б. Раєвського дослідницькій діяльності як головній справі життя, його невичерпний оптимізм і віра у принципово важливе значення науки допомогли мобілізувати усі можливі зусилля і відновити з руїн Інститут біофізики, а досить швидко і привести його до рівня одного з найпотужніших світових центрів біофізичних досліджень.

У відбудованому інституті основну науково-дослідну тематику було розширено і поглиблено. Деякі відділи інституту працювали під безпосереднім керівництвом директора, а з деякими відділами Б. Раєвський працював, спираючись на допомогу своїх провідних асистентів. Між від-

ділами було налагоджено тісну творчу співпрацю. "Радіологічний відділ" співпрацював з фізично-медичним "Бетатронним відділом", відділи "Походження і виникнення раку" та "Електричні і парамагнітні властивості біологічних речовин та систем" контактували з групою "Ультразвук", відділ "Молекулярної біофізики" – з "Біохемічною групою", відділ "Радіоактивності та радіаційного захисту" – з лабораторіями "Людський лічильник" та "Кліматологічною лабораторією", щоб досліджувати радіоактивні аерозолі та їхні дії на тварин і людей, відділ "Біологічна дія оптичного проміння" – з відділом "Біологія".

Результати роботи інституту Б. Раєвського, як це з'ясувалось у підсумках, що підводились перед його емеритурою у віці 65 років, були висвітлені у понад 1300 наукових публікаціях. Дослідження, які виконано в інституті, Б. Раєвський проаналізував у двох монографіях: "Наукові засади радіаційного захисту" і "Доза та дія опромінення", які використовували і як стандартні довідники з радіаційної біології та радіаційного захисту. Ці праці послужили також підставою для обрання Б. Раєвського головою створеного в ФРН 1956 року "Особливого комітету ФРН з радіоактивності", перед яким було поставлено завдання підготувати науковий огляд про радіаційну ситуацію, а саме, про радіоактивність повітря, води і ґрунту в Західній Німеччині. Ця праця Б. Раєвського одержала високу оцінку. Радіаційні дослідження докільця після випробувань радянської ядерної зброї 1961 року набули ще більшої актуальності і були в інституті відповідно розширені. Роботи, які було виконано в інституті в цьому напрямі досліджень, виявились настільки важливими, що Інститут біофізики 1963 року вшанував своїм візитом президент ФРН Гайнріх Любке (Heinrich Lubke).

Б. Раєвський особливо зацікавлено розвивав і підтримував дослідження про вплив та дії на організм радіоактивних ізотопів, високочастотних електрострумів, високоенергетичного йонізуючого проміння та нейтронної радіації, для чого ще перед Другою світовою війною в інституті було створено високовольтну на 3 МВ апаратуру. Доречно зауважити, що в історії наукових пошуків Інституту біофізики Б. Раєвського червоною



ниткою проходять дослідницькі задачі, в той чи той спосіб науково і терапевтично пов'язані з високовольтною рентгенівською апаратурою, первістком якої треба вважати рентгенівську установку Ф. Десауера 1920 року з анодною напругою 1 МВ. Нова установка мала виняткові параметри рентгенівської трубки: сила струму 10 мА при напрузі 3 МВ. У комплексі були також трубка для катодних променів та йонна трубка. Установка була призначена для наукових досліджень і терапії раку й суттєво відрізнялась від тодішніх установок такого типу. Для Б. Раєвського вона була втрачена внаслідок війни, коли її було вивезено під Москву. Б. Раєвський дуже переживав втрату цієї установки, оскільки йому йшлося не лише про ефективний інструмент для досліджень, а й про апаратуру, розроблену з гуманною метою захисту людства від страшної хвороби. Проблема лікування раку залишалась у дослідженнях однією з основних. Тому за ідеєю Г. Мута (H. Muth) разом з Г. Куленкампом (H. Kulenkampff) з міста Вюрцбурга та Г. Копферманом (H. Kopfermann) з Гайдельберга Б. Раєвський замовив фірмі Сіменс (Siemens) розробку бетатрона на 35 МеВ. І вже 1957 року цей бетатрон працював в інституті Раєвського. З цим бетатроном під безпосереднім керуванням Вольфганга Політа [5] були виконані масштабні променево-фізичні дослідження з використанням швидких електронів і високоенергетичного рентгенівського випромінювання, які згодом стали основними і звичними в терапії раку. Були розпочаті також роботи з дозиметрії нейтронних полів. Важливим результатом цих досліджень було встановлення доз лікувального опромінення. Клінічно-терапевтична робота здійснювалась разом з університетським рентгенівським інститутом під загальним контролем Б. Раєвського. З цим бетатроном упродовж 35 років його функціонування в університетській клініці було надано терапевтичну допомогу 35000 пацієнтів. Нині цей бетатрон на 35 МеВ стоїть у музеї Рентгена в його рідному місті Леннепі (Lennepe). Наступний бетатрон в університеті був уже на 42 МВ.

У межах молекулярно-біологічних досліджень було вивчено, зокрема, умови виникнення амінокислот та пептидів під час опромінення та біологічну дію опромінення за низьких температур.

Вийшовши на пенсію 1966 року, Б. Раєвський, однак, надалі був залучений до біофізики і у зв'язку з успішними запусками в той період радянських штучних супутників Землі, досліджував дії космічних променів на різноманітні біологічні об'єкти. Він організував робочу групу "Біологічне космічне дослідження", яку згодом передав своєму співпрацівникові Г. Бюкерові (H. Bucker). Ця група з часом перетворилася у відділ Інституту космічної медицини. У Франкфурті на Майні 1969 року Б. Раєвський організував міждисциплінарний симпозиум, на якому біологи та фізики Німеччини, Франції, Швейцарії та Англії розробили план експерименту "Biostack" на космічному кораблі. Цей план був прототипом серії досліджень біологічної дії космічних променів під час космічного польоту за умови відсутності гравітації. Під керуванням Г. Бюкера та за участю франкфуртських науковців А. Р. Кранца (A. R. Kranz) і Е. Шопера (E. Schopper) цей план було реалізовано у проектах Apollo 16, Apollo 17 і Apollo-Soyuz, Space-Lab та інших.

Свою особливу прихильність до біофізики Б. Раєвський обґрунтував у промові з нагоди 25-річчя Інституту біофізики: "Оскільки я був насамперед фізиком і ніколи не сумнівався у першорядному значенні фізики в науковому пізнанні природи, то я бачив вдячне наукове завдання у спостереженні за виявами дії фізичних закономірностей під час виникнення та розвитку живих об'єктів та організмів і під час пізнання явищ, що відбуваються в живій матерії". Виконанню цього завдання Б. Раєвський неухильно та невтомно слідував і постійно генерував вирішальні імпульси та створював умови для виникнення самостійної дисципліни – біофізики та для вивчення її теоретичних основ і методик щодо численних можливостей її практичного використання. Перші кілька десятиріч діяльності Б. Раєвського та його інституту описано в другій частині журналу "Щорічник Товариства Макса Планка" (Das Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft) за 1962 рік у спеціальному розділі.

Зацікавлення біофізикою Б. Раєвський прищепив багатьом своїм співпрацівникам і учням. Обидва його сини пішли дорогою батька. Старший син професор Манфред Раєвський мав ка-



федру біохемії в університеті міста Кельн і нині працює в Інституті біології клітини при університеті міста Ессен, а молодший Клаус Раєвський був професором генетики в університеті міста Бонн, згодом переїхав до Гарвардської медичної школи в американському місті Бостон, донька Ксеня – професор соціології.

З нагоди 25-річчя заснування Інституту біофізики заслуги його фундатора було вшановано створенням Преміального фонду Бориса Раєвського. Таке рішення ухвалили уряд землі Гесен та магістрат міста Франкфурт на Майні з такою преамбулою: “Макса Планка Інститут біофізики у Франкфурті на Майні під проводом свого першого директора Professor Dr. phil. nat., Dr. med. hort. h. c., Dr. med. h. c., Dr. med. et chirg. h. c., Dr. rer. h. c., Dr. med. h. c. Бориса Раєвського досяг високого рівня розвитку, що і призвело до виникнення нової дисципліни – біофізики. На честь заслуг професора Раєвського, за чийми ідеями було засновано Інститут і за чийми ідеями Інститут працював, земельний уряд Гесена та магістрат міста Франкфурт на Майні в день 25-річчя Інституту представили значні фінансові засоби для створення преміального фонду, який називається “Преміальний фонд Бориса Раєвського з біофізики”. Завдяки пожертвам третьої сторони ці засоби було збільшено.

Серед лавреатів премії Бориса Раєвського є його чотири учні: Герман Шван (Hermann Schwan, Philadelphia), Герман Мут (Hermann Muth, Homburg, Saar), Гельмут Паулі (Helmut Pauly, Erlangen), Вольфганг Політ (Wolfgang Pohlit, Frankfurt am Main). Щодо завідувача кафедри “Фізика для медиків” професора В. Політа, то треба зауважити, що за відсутності Б. Раєвського він зазвичай керував інститутом і останніми роками також систематизував його великий архів.

Від досліджень, що велись під керуванням Б. Раєвського розпочалось багато нових наукових напрямів і організацій, тому у виступі на честь його ювілею президент Товариства Макса Планка Адольф Бутенандт (Adolf Butenandt) назвав Б. Раєвського “великим ініціатором”.

В університеті Б. Раєвського тричі обирали деканом, а від 1938 року, двічі обирали проректором і двічі ректором університету. Після того, як Б. Раєвський 1947 року став деканом медичного

факультету, було відбудовано та оснащено університетський рентгенівський інститут, який з проблем променевої терапії швидко досягнув рівня провідного в ФРН, та лікарняний корпус. Тоді Б. Раєвський завідував також кафедрою клінічної радіології і впроваджував лікування за допомогою радіоактивних ізотопів. Ректором він був від листопада 1949 до 1951 року. Його заслугою на цій посаді була відбудова зруйнованого війною університету. З невичерпною енергією і небаченою для німецьких колег самостійністю він шукав і знаходив фінансову підтримку в міста насамперед в особі мера д-ра Вернера Бокельмана (Werner Bockelmann), у земельного уряду та різноманітних фондів заради відбудови університету та побудови студентського гуртожитку. Ректор з особливою теплою і співчуттям відгукувався на потреби та інтереси молодих поколінь.

Довголітній співпрацівник і товариш Б. Раєвського професор Герман Денцер [6] згадував, що всі рішення ректор ухвалював із властивою йому осмисленістю та глибоким розумінням, а поведінка ректора визначалась його високою духовністю та притаманною йому добротою і готовністю допомогти: “Важко навіть перелічити, скільком людям, які потребували допомоги, його людяна доброта дала нову мужність і нову силу за умов важких часів після краху (капітуляція Німеччини 1945 року. – *О. П.*), коли його власна доля і доля інституту були оповиті темними хмарами. За це ми йому особливо вдячні. Саме сильні особистості не капітулюють перед зовнішніми труднощами.”

Як ректор Б. Раєвський передусім подбав про пробудження зацікавлення у громадян Франкфурта на Майні до заснованого їхніми предками міського університету. Ідея зв'язку вільного і прогресивного університету з громадою міста як передумова забезпечення тягlosti думок і сподівань засновників університету була для нього засадничою для подальшого розвитку університету. Традиція означала для нього не лише те, що зроблено в минулому, а також дух, в якому прагнення реалізуються в сучасному житті. Він постійно дбав про тісні взаємини між університетом та міським господарством і брав участь у роботі різноманітних наукових та культурних організаціях у місті як їхній голова або член наглядових рад.



Завдяки зусиллям Б. Раєвського при університеті виникли нові наукові центри. Зокрема, при університеті об'єдналися розпорочені відділи Інституту дослідження мозку Товариства Макса Планка, було запущено дослідницький ядерний реактор та організовано Інститут ядерної фізики. Розвиваючи міжнародні наукові контакти, він налагодив співпрацю та обмін професорами між університетами Франкфурта на Майні в ФРН і Чикаго в США, починаючи від 1950 року. В історії університету Йоганна Вольфганга фон Гете Б. Раєвський лишився великим ректором [5]. Вдячне місто Франкфурт на Майні вшанувало його пам'ятною медаллю Гете 1951 року. Варто нагадати думки, які ректор Б. Раєвський висловив під час церемонії передачі ректорату наступників: "Я схильний мислити та відчувати майже "ненауково" – мабуть, окрім відомих нашої науці електромагнетних та корпускулярних променів існують також інші випромінювання та дії на відстані, які перебувають у вищій площині і зближують людей один до одного після першого ж погляду або після першої розмови і призначають їм разом знаходити добро, істину та красу і попри всі напасті часу реалізовувати в такий спосіб зміст людського життя. Це власне і є те найкраще, що назавжди залишається при мені після мого ректорування".

У наукових колах Б. Раєвський був визнаним авторитетом. Він залишався президентом Наукового товариства університету від 1955 до 1970 року. Він був сенатором Товариства Макса Планка і його часто обирали на голову Наукової ради цього Товариства, двічі, у 1956 і 1957 роках, був президентом Німецького рентгенівського товариства, головував на 9-ому Міжнародному конгресі з радіології і був президентом Міжнародного товариства радіологів. Б. Раєвського обирали головою багатьох конференцій та комітетів, створення яких він сам з невсипущою енергією ініціював. Він був почесним доктором низки німецьких та закордонних університетів (Берлін, Гіссен, Ганновер, Інсбрук, Неаполь, Турін). Серед його численних відзнак були Великий хрест НФР "За заслуги", золота медаль Римського університету і навіть радянська золота медаль з лєнінським зображенням.

Б. Раєвський був сильною особистістю. Він гуртував навколо себе людей. Надзвичайна динамічність стилю його життя та праці поєднувались з великою працездатністю та фізичними можливостями його організму. Він працював по 18 годин на добу і наукові бесіди з колегами опівночі були для нього звичайним явищем, доволі часто вони переривались втручанням його дружини пані Ольги Раєвської (в дівочтві Olga Kromm, колега по інституту Ф. Десауєра).

З роками у Б. Раєвського розвинулась ностальгія. Складні переживання особливо посилились після візиту в 60-х роках до дорогого йому Києва, де його братові професору Олександрові Миколайовичу Раєвському, який завідував кафедрою психології Київського університету ім. Т. Шевченка, було заборонено приймати родича з Заходу в себе вдома.

Б. Раєвський любив старі ікони і вражав колег незвичною серед науковців глибокою релігійністю.

Життя першого біофізика Бориса Миколайовича Раєвського закінчилось 22 листопада 1974 року.

Автор статті щиро вдячний за допомогу і надання матеріалів для опрацювання професорові Вольфгангу Політу (Wolfgang Pohlit) та за ґрунтовні численні консультації професорові Дітмару Лінке (Dietmar Linke).

Література

1. W. Pohlit. Boris Rajewsky zum 70. Geburtstag am 19. Juli 1963. //Strahlentherapie. 1963. Band 121, Heft 3. – S. 321–322.
2. Ранюк Ю. Лабораторія № 1. Ядерна фізика в Україні. – Харків: Акта, 2001.
3. Гольдман О. Г. Фізика в Україні у 10-ту річницю Радянської України // Вісник природознавства. 1927. – № 5, 6. – С. 1–16.
4. Schaefer H. J., Muth H. Boris Rajewsky // Strahlentherapie. 1954. Band 94, Heft 1, S. 3–9.
5. Schopper E. Boris Rajewsky. 1893–1974. <http://www.physik.uni-frankfurt.de/paf/paf/128.html>
6. Danzer H. Boris Rajewsky zum 60. Geburtstag. // Strahlentherapie. 1954. Band 94, Heft 1, S. 10–11.

Берлін-Котбус.
25.07.2002



До 160-річчя від дня народження
Александера Белла

Винахідник телефону Александр Белл

Понад 130 років тому вперше було передано на віддалі за допомогою електричного струму звук, тобто винайшли телефон.

Винахідник телефону Александр Грегем Белл народився 3 березня 1847 року в Единбурзі. Він був другим із трьох синів Александра Мелвіна Белла, відомого фахівця ораторського мистецтва. Батько А. Белла увів у фонетику систему, яка одержала назву "Видима мова". У ній письмовими символами позначали окремі звуки. Люди, знайомі з цією системою, могли відтворити звуки будь-якою мовою. Бернард Шоу використав систему Мелвіна Белла для дивовижного перетворення Елізи Дуліттл на світську паню.

Бажаючи якомога швидше стати самостійним, А. Белл у 16 років обійняв вакантну посаду помічника учителя музики та ораторського мистецтва школи в Елджині. Наступного року він став викладачем академії Вестон-Гаус.

Упродовж наступних десяти років А. Белл проводив дослідницьку роботу в галузі акустики і фізики людської мови. Обидва брати Александра померли, і Белл став асистентом свого батька, який працював професором риторики Лондонського університету. А. Белл працював з таким напруженням, що навесні 1870 року був на межі повного виснаження. Його батько, залишивши роботу, повіз сина до Канади, щоб відновити його сили. Восени того ж року Мелвінові Беллу запропонували кафедру в Бостоні (США), але він відмовився від цієї пропозиції, оскільки дав згоду викладати в Канаді. Замість себе він порекомендував сина. Восени 1871 року А. Белл почав працювати в Бостонській школі глухонімих. Крім викладання в школі, А. Белл, член Лондонського філологічного товариства давав приватні уроки для виправлення заїкання та інших дефектів вимови.



Александр Грегем Белл (1847–1922)

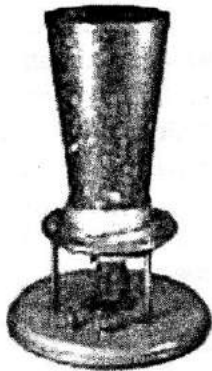
Попри це Белл знаходив час для роботи над проблемою – одночасне передавання декількох телеграм по одній телеграфній лінії, за розв'язання якої компанія "Вестерн Юніон" обіцяла велику винагороду. Белл працював над цією проблемою, використовуючи закони акустики. Він знав, що якщо взяти будь-яку музичну ноту біля кількох камертонів, вібрувати почне лише той камертон, який налаштований на цю ноту. Він міркував так: якщо послати електричний струм провідником, що коливається з частотою музичної ноти, то електромагнетний камертон, налаштований на цю ноту, відгукнеться, тобто почне вібрувати. Якщо ж послати декілька електронот по одному й тому ж провіднику одночасно, то на приймальному пристрої вони будуть сортуватись, і кожен окремий камертон вібруватиме при сигналі певної частоти. Музичним телеграфом, який запропонував Белл, можна було передавати одночасно сім телеграм. Крім праці над музичним телеграфом, Белл



також шукав способів демонструвати звуки глухим. Він ставив досліди з апаратом, в якому мембрана ще коливається від звуків, передавала коливання на голку, яка записувала їх на барабані, що обертався. Згодом Белл зрозумів, що як тільки вдасться викликати коливання електричного струму, які відповідають звуковим коливанням, вдасться передавати різні звуки на великі віддалі.

У липні 1875 року А. Белл випадково знайшов спосіб сконструювати телефон. Він із своїм помічником А. Ватсоном працював над на лаштуванням "музичного" телеграфу. Приймальний і передавальний пристрої були у двох різних кімнатах. Обидва апарати склались із металевих пружних пластинок, закріплених лише з одного кінця. Пластинки мали різну довжину, і кожна вібривала при певній музичній ноті. Ватсон, який порався біля передавального пристрою ніяк не міг звільнити другого кінця однієї з пластинок, який застряв у якійсь щілині. Намагаючись звільнити пластину, він щоразу торкався до решти пластинок, які при цьому коливались і видавали звуки. Хоча експериментатори припускали, що лінія не працює, тонкий слух Белла вловив слабкі коливання пластинок у приймальному пристрої. Він умить здогадався, що відбулось.

Того ж вечора Белл дав завдання Ватсонові виготовити перший телефон: невелику мембрану з барабанної шкіри, центр якої прикріпили до пружної пластинки. Для концентрації звука над мембраною прикріпили конусоподібну трубку. Легкі коливання мембрани мусили індукувати електричний струм в електромагнеті. Ватсон швидко



Перший телефонний апарат А. Белла

зібрав апарат за вказівками Белла. Телефон працював, хоча звуки було ледь чутно. Белл отримав патент саме на цю модель телефону. Патент йому вручили 7 березня 1876 року.

Белл 1877 року удосконалив свій телефон. Діафрагма була у вигляді тонкої металевої пластинки, встановленої перед полюсами магнета. Звукові хвилі примушували діафрагму коливатись. Коливання створювали у магнеті змінний електричний струм, який провідниками передавався на приймальний пристрій. У телефоні Белла приймальний та передавальний пристрої були ідентичні. Невдовзі Ватсон виявив, що постійний магнет працює краще, ніж електричний. Упродовж багатьох десятиріч форма телефонної трубки залежала від величини магнета.

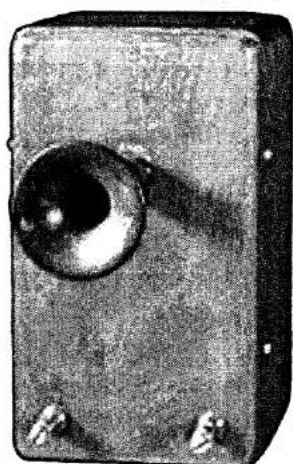
13 січня 1877 року у Вашингтоні відбулось засідання Філософського товариства під керуванням Генрі. На засіданні Белл продемонстрував телефон. Він прочитав доповідь, в якій розповів, як він використав дроти телеграфної лінії, щоб здійснити телефонний зв'язок між Бостоном і Портлендом. Белл демонстрував свій телефон у Салемі, Бостоні, Нью Йорку під час просвітницьких лекцій. Про цей винахід тоді багато писали газети.

А. Белл запропонував свій винахід Телеграфній компанії ("Telegraph Company"), попередниці компанії "Western Union". Пропозицію винахідника уважно аналізували в компанії. У висновку вони зазначати:

"Ми встановили, що голос дуже слабкий і нечіткий. Технічно ми не бачимо перспектив, що цей пристрій буде коли-небудь здатний передавати розбірливо мову на відстань декілька миль".

"Мессер Губбард (Messer Hubbard) і Белл хочуть встановити телефонні пристрої в кожному місті. Це ідіотська ідея. До того ж, навряд чи знайдеться хоча б одна людина, яка схоче використовувати цей незручний і непрактичний пристрій, якщо вона може з будь-якого телеграфного офісу надіслати зрозуміле повідомлення в будь-яке велике місто Сполучених Штатів".

"Електрики нашої компанії зробили значні вдосконалення телеграфного зв'язку. Ми не бачимо жодних причин, щоб догоджати примхам цих винахідників з їхніми екстравагантними і непрак-



Комерційний телефон А. Белла (1877)

тичними ідеями. Вони ігнорують недоліки пристрою, який більше схожий на іграшку. Зважаючи на ці факти, ми стверджуємо, що купувати цей патент за 100 000 доларів нерозсудливо, оскільки цей пристрій компанії не потрібний. Ми не рекомендуємо його купувати.”

Винахідник чудово розумів вагу і перспективи свого винаходу. У листі до своїх компаньйонів 1878 року він передбачив перспективи комерційного застосування телефону. У цьому листі він запропонував план створення телефонної мережі й центрального комутатора у великому місті. Цей лист став першим джерелом усієї телефонної лексикографії.

А. Белл 1885 року одержав американське громадянство.

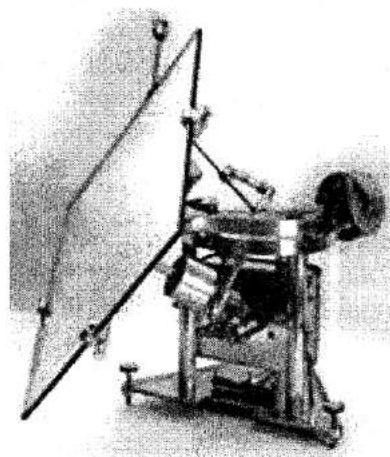
Не багато винаходів, які зробили переворот у науці або техніці, прийняла громадськість так швидко, як телефон. Уже за п'ять років після того, як видано патент, телефон Белла мав широке комерційне застосування.

А. Белл започаткував телефонний зв'язок, а багато інших винахідників розвинули та удосконалили його. До 1900 року було видано майже три тисячі патентів на винаходи, пов'язані з телефоном.

Патент, який видали Беллові, був одним з найдорожчих патентів США. Упродовж десятиріч він був об'єктом атак багатьох електричних та телеграфних компаній Америки. Було навіть організовано змову, щоб забрати у Белла право на патент.

У змові брали участь генеральний прокурор США, декілька сенаторів, декілька колишніх конгресменів і колишній губернатор штату Теннесі. Однак ця рейдерська атака провалилась.

За багато років А. Белл сказав: “Тепер я розумію, що ніколи б не винайшов телефону, якби був електротехніком. Який нормальний електрик пробуватиме те, що спробував я? Моєю перевагою було те, що метою моїх робіт завжди було вив-

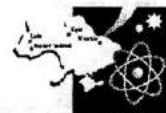


Фотофон А. Белла (1880)

чення звуку”.

Александр Грейм Белл отримав американський патент на винахід “фотофону” (“*photophone*”) – системи, для передавання мови за допомогою світла. Надалі (1897) права на винахід були передані “Американській Компанії Белла” (“*American Bell Company*”). Пристрій передавав голос світловим променем. Акустичні коливання голосу людини зумовлювали коливання дзеркала, на яке було спрямоване сонячне світло. На приймальному боці системи світло потрапляло на параболічне дзеркало, яке фокусувало його на світлочутливий селеновий елемент (фотоелемент), увімкнений у коло з телефоном. Електричний опір селену змінювався відповідно до інтенсивності світла, змінюючи струм, який протікав у колі. Телефон перетворював струм на звук. Це був далекий попередник сучасного волоконно-оптичного зв'язку: Тоді пристрій не мав практичного значення.

Галина Шопя



СПОГАД ПРО ОЛЕКСАНДРА ПРОСКУРУ

У Берліні на 71-му році помер наш непересічний автор, доктор Олександр Проскура. Він був з тих дослідників, хто перший висвітлив складну історію фізики в системі академічної науки України, зокрема, долю фундатора і першого директора Інституту фізики НАН України академіка Олександра Гольдмана.

Олександр Іванович Проскура народився 16 грудня 1936 року в Києві. Його батько, Проскура Іван Степанович, був економістом. Повернувшись хворим з війни, він помер 1944 року. Мати, Рокицька Ольга Андріївна (1903–1961), вчителька, рідна сестра професора художнього інституту, члена – групи Бойчука Миколи Андрійовича Рокицького.

Закінчивши Київську середню школу, навчався на фізико-математичному факультеті Педагогічного інституту імені Горького (нині – Педагогічний університет імені Драгоманова). Закінчивши інститут (1961), О. Проскура працював викладачем фізики Суворовського училища м. Києва. Наприкінці 1961 року він обійняв посаду молодшого наукового співробітника інституту фізики АН України, де згодом закінчив аспірантуру. Його науковим керівником був О. Гольдман. О. Проскура 1967 року захистив кандидатську дисертацію на тему: “Природа ефекта Гуддена-Поля у порошкових люмінофорах ZnS-Cu”.

У середині 70-х років ХХ сторіччя лабораторію Інституту було закрито. О. Проскура залишився без роботи, 1978 року він обійняв посаду викладача кафедри фізики Академії зв’язку імені О. Попова, де працював до травня 1999 року.

О. Проскура – автор понад 200 публікацій з широкої проблематики, починаючи з фізики напівпровідників аж до аналізу історії розвитку певних галузей фізичної науки з висвітленням важливих і маловідомих фактів з життя діячів науки, культури та церкви.

Його глибоко шанували Євген Сверстюк, Леоніда та Надія Світличні, Богдан Кияк, Ярослав Довгий, Віктор Манжара. Він брав активну участь у



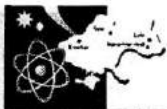
Олександр Проскура з дружиною Оленою за Святою вечерєю в Йорданський вечір (Берлін, 18 січня 2007 року. Світлина Г. Шопи)

творенні атмосфери порядності, надійності, активності в широкому колі шістдесятників.

Перебуваючи від кінця 1999 року в Німеччині, О. Проскура як компетентний науковець-фізик і як широкоєрудована особистість заприятелював з відомими науковцями Німеччини: професорами Д. Лінке, М. Ахіллесом, Й. Тельтовим, Д. Гофманом, брав активну участь у міжнародних симпозиумах і конференціях, у засіданнях Німецького фізичного товариства, виступив, зокрема, з доповіддю на міжнародній конференції, присвяченій Року фізики (Берлін, 2005).

Він щиро прагнув по крихтах віднаходити в німецьких архівах та музеях докладні відомості про наших співвітчизників: Остапа Стасіва, Олександра Смакулу, Івана Пулюя, Бориса Раєвського та інших, перекладав, опрацьовував ці матеріали та надсилав для опублікування в українських виданнях: “Український фізичний журнал”, “Світ фізики”, “Вісник НАН України”, “Фізичний збірник НТШ”, “Урядовий кур’єр” та інші.

Публікації О. Проскури вирізнялися глибиною, аналітичністю, щирістю та прекрасним стилем викладу. Його статті про М. Планка, А. Айнштейна, О. Стасіва, Г. Магнуса, П. Дебая, Ф. Ленарда, Г. Гельмгольца, Г. Герца, що опубліковані в журналі “Світ фізики”, залишаться золотим скарбом для наших читачів.



Д-Р ОЛЕКСАНДР ПРОСКУРА В НАШІЙ ПАМ'ЯТІ

Наші взаємини з Олександром Проскурою – це особлива історія, що почалася 2002 року.

Озвався телефон. Телефонує іноземець? Українець? Я вже хотів був сказати, що не знаю жодного українця, та тут пролунало ім'я Остап Стасів. Це ім'я підказало мені, що телефонує, напевне, колега, фізик. Я не міг під час телефонної розмови точно зорієнтуватись, чого він хоче, і запросив його мене відвідати.

І вже за три дні він постукав у мої двері. На зріст видався високим, десь 1,90 м, з виразним обличчям. Я не міг його вмовити не роззуватися. За тим відбулася розмова про мету його відвідин: 2003 року мало відбутися святкування 100-річчя від дня народження Остапа Стасіва, до якого він збирався писати доповідь, ось він і звернувся до мене з проханням дозволити використати два рисунки з моєї книжки (*Historische Versuche der Physik – Історичні дослідження з фізики*). Як власник усіх прав на книжку, я дав йому дозвіл. “Так просто я цього не можу полишити, – подумав я, – найкраще буде, якщо я теж поїду на святкування до Львова з доповіддю: “Стасів у Геттінгені”.



*Олександр Проскура з німецькими фізиками
Й. Тельтовим (ліворуч) і М. Ахіллесом (праворуч)*

І з цього візиту розпочався досить жвавий український етап у моєму житті. Запрошення мені вдалось одержати лише за 6 днів до початку конференції 17 січня 2003 року. У супроводі О. Проскури я пішов до українського посольства – по візу!

О. Проскура використав усі можливі засоби, аж поки не зустрів одного з секретарів посольства, що, на щастя, виявився колишнім студентом професора Довгого у Львові. Я показав йому мій манускрипт і вже за чверть години отримав візу. Змучені ми вийшли з посольства. Він відразу поїхав додому, а я – в аеропорт по квитки.

Поїздка та виступ пройшли без проблем. Та О. Проскура щодня телефонував моїй дружині – він побоювався, чи не трапилось зі мною у новій для мене і рідній його країні якихось прикрощів, адже він почувався відповідальним за мене! А я ж, зачудований спілкуванням з тамтешніми колегами, майже забув про Берлін.

Коли я повернувся, ми стали друзями. Я побачив його країну, розмовляв з його колегами. Це нас об'єднало. Принагідно я довідався, що дружина Проскури походить зі Львова, що там вона втратила всю родину внаслідок страшного нацистського терору. Ми ніколи не говорили про це, а вона не сказала жодного поганого слова про німців.

Ми зміцнили нашу дружбу численними спільними справами. Він нас запрошував на зустрічі з українськими письменниками, що відбувались у Берліні. Ми його – на урочисту нагороду нашого 12-річного онука другою премією конкурсу фотографів, що відбулась на урочистих зборах у Ратуші. Згодом нас запросили на український концерт і частування, що відбулись теж у Ратуші з нагоди сумних роковин Чорнобиля.

Олександр завжди залишався вірним своєму фахові. Коли 2005 року в Берліні відбувалась міжнародна конференція з фізики, присвячена 100-річчю основної праці Айнштейна, він доклав чимало зусиль для того, щоб відкрити німецькій аудиторії ім'я українського вченого – академіка О. Г. Гольдмана. У мене вдома ми часто розмовляли про історію фізики. Він мав глибокі знання з історії фізики в Німеччині, розповідаючи про те, чого часто навіть я не знав, як те, хто такий був Іван Пулюй.



Ми разом 2005 року відвідали берлінську виставку, теж присвячену святкуванню 100-річчя диво-року Айнштайна. На цій виставці він одразу ж знайшов оригінальний прилад І. Пулюя (електронний світловий млинок – Elektronlichtmuhle). Це була велика приємність для Олександра і для мене. Він попросив дозволу зробити знімок і надіслав його колегам-фізикам в Україну.

Олександр працював і служив своїй країні, хоч і був уже важко хворий. Про хворобу він мені тоді ще не розповів. Моїй дружині Проскура, – вже як кухар, – відкрив українське куховарство, почастивавши нас варениками та дерунами.

Частенько подружжя Проскур бувало в нас у гостях. Мені запам'ятався такий епізод. Моя дружина приготувала обід, і розпочинався він гарбузовим супом, що якраз вдавсь напрочуд добре. На побіжне запитання моєї дружини, чи не хотілося б комусь ще трохи супу, Проскура не стримався і попросив, чи не міг би він отримати ще трохи.

Найважливішою подією у наших взаєминах стало святкування мого 80-ти річчя, що відзначалося у “Вільному Університеті” Берліна 17-го січня 2007 року. Безумовно, було й подружжя Проскури, а Олександр просто розцвів, опинившись в оточенні фізиків. Зі Львова прибула до моєї великої радості пані Галина Шопа.

Наше спілкування відбувалось щораз рідше – його хвороба давалася взнаки. Якось він зателефонував і сказав, що, на жаль, більше не зможе до мене прийти, бо не може підійматися так високо сходами. А далі ми вже нічого не чули один про одного. Все можна пояснити просто – хворіли обидва, кожен не знаючи про іншого. Я, тяжко хворий, опинився 28 липня в одній з гамбурзьких



Олександр Проскура (ліворуч) із сином видатного фізика Роберта Поля професором Корнельського університету (США) Джоном та німецьким професором Мандредом Ахіллесом (Берлін, 17 січня 2007 року. Світлина Г. Шопа)

клінік. А 30 вересня 2007 помер Олександр Проскура. Від мене це приховали – моє життя було в небезпеці.

Як показав досвід нашого приятелювання, ми з Олександром думали подібно і діяли однаково навіть у найскладніші дні. З фізики нам відома “одночасність”. Ми не очікуємо її присутності в повсякденних подіях. Якби ми не були фізиками, то віддалися б цілком магічним думкам нашого дитинства – бо так багато відбувалося одночасно.

Ми ніколи про це не говорили, однак обидва вірили в Бога – кожен своєю мовою.

**Професор університету (на пенсії)
д-р Манфред Ахіллес,
дружина Ганнелоре Ахіллес,
(Берлін, 2007)**

2008 – РІК ПЛАНЕТИ ЗЕМЛЯ

За ухвалою Генеральної Асамблеї ООН 2008 рік проголошено Міжнародним роком планети Земля. Мета, яку ставить ООН, – привернути увагу людей до тих знань про нашу планету, які вже накопичено, і сприяти тому, щоб ці знання перетворювали Землю на безпечне, здорове і процвітаюче місце для життя майбутніх поколінь.

У резолюції Генеральна Асамблея зазначила, що величезний об'єм наявної наукової інформації про планету Земля як і раніше майже не використовують. ООН вважає, що проведення Року могло б зіграти вирішальну роль у підвищенні обізнаності громадськості про важливість стійкого розвитку процесів, які протікають на Землі, раціонального освоєння її ресурсів, запобігання бід, скорочення їх масштабів і пом'якшення їхніх наслідків і нарощувань потенціалу в галузі раціонального використання ресурсів.

ЩО ОЧІКУЄ ВИПУСКНИКІВ ПІД ЧАС ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ 2008 РОКУ З ФІЗИКИ

Лариса Кремінська,

методист Українського центру оцінювання якості освіти

Для випускників навчальних закладів системи загальної середньої освіти 2008 року та попередніх років, які виявили бажання вступати до вищих навчальних закладів, буде проведено зовнішнє незалежне оцінювання навчальних досягнень з одинадцяти предметів, серед них з фізики.

Результати зовнішнього незалежного оцінювання 2008 року з фізики, підтверджені сертифікатами Українського центру оцінювання якості освіти, зараховуються як **вступні** випробування під час прийому на навчання до вищих навчальних закладів за освітньо-професійними програмами підготовки молодшого спеціаліста та бакалавра.

Подання сертифікатів Українського центру оцінювання якості освіти з результатами проходження у поточному році незалежного оцінювання під час прийому на навчання до вищих навчальних закладів обов'язкове.

Перелік дисциплін, навчальні досягнення з яких мають бути підтверджені сертифікатами Українського центру оцінювання якості освіти, визначені Правилами прийому до вищого навчального закладу (не більше три разом із сертифікатом з української мови і літератури).

Перелік тем, які виносять на тестування з фізики, подано у Програмі зовнішнього незалежного оцінювання 2008 року з фізики, який підготував Український центр оцінювання якості освіти, і рекомендований Міністерством освіти і науки України (лист № 1/11-8538 від 28.11.2007 р.)

Програма зовнішнього незалежного оцінювання 2008 року з фізики

Пояснювальна записка

Програму зовнішнього незалежного оцінювання з фізики (далі – програма ЗНО 2008 р. з фізики) укладено на основі чинних програм з фізики для 7–11 класів (рівень В) загальноосвітніх навчальних закладів, затверджених Міністерством освіти і науки України (лист МОНУ № 1/11-3580 від 22.08.2001 р.; програми підготували: О. Бугайов, Л. Закота, Д. Костюкевич, М. Мартинюк), програм для універсального та технологічного профілю навчання (10–11 класи), рекомендованих Міністерством освіти і науки України (лист МОНУ № 1/11-5304 від 19.12.2003 р.; програми підготували: О. Бугайов, М. Головка, Л. Закота, В. Ко-

валь, Д. Костюкевич, М. Мартинюк, О. Хоменко), і програм вступних випробувань до вищих навчальних закладів України (2007 р.; програми підготували: О. Хоменко, О. Чалий).

Матеріал програми ЗНО 2008 р. з фізики поділено на п'ять тематичних блоків: “Механіка”, “Молекулярна фізика та термодинаміка”, “Електродинаміка”, “Коливання і хвилі. Оптика”, “Елементи теорії відносності. Квантова фізика”, які, в свою чергу, розподілено за розділами і темами.

Програма ЗНО 2008 р. з фізики містить “Пояснювальну записку”, “Перелік розділів і тем” та “Вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учасників зовнішнього незалежного оцінювання з фізики”.

ПЕРЕЛІК РОЗДІЛІВ І ТЕМ

МЕХАНІКА

Основи кінематики.

Механічний рух. Система відліку. Відносність руху. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях і переміщення. Швидкість. Додавання швидкостей.

Нерівномірний рух. Середня і миттєва швидкості. Рівномірний і рівноприскорений рухи. Прискорення. Графіки залежності кінематичних величин від часу при рівномірному і рівноприскореному рухах.

Рівномірний рух по колу. Період і частота. Лінійна і кутова швидкості. Доцентрове прискорення.

Основи динаміки.

Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея.

Взаємодія тіл. Маса. Сила. Додавання сил. Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона.

Гравітаційні сили. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Рух тіла під дією сили тяжіння.

Вага тіла. Невагомість. Рух штучних супутників. Перша космічна швидкість.

Сили пружності. Закон Гука.

Сили тертя. Коефіцієнт тертя.

Момент сили. Умови рівноваги тіла. Види рівноваги.

Закони збереження в механіці.

Імпульс тіла. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух.

Механічна робота. Кінетична та потенціальна енергія. Закон збереження енергії в механічних процесах. Потужність. Коефіцієнт корисної дії. Прості механізми.

Елементи механіки рідин та газів.

Тиск. Закон Паскаля для рідин та газів. Сполучені посудини, гідравлічний прес. Атмосферний тиск. Тиск нерухомої рідини на дно і стінки посудини. Архімедова сила. Умови плавання тіл.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

Основи молекулярно-кінетичної теорії.

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії та їх дослідне обґрунтування. Маса і розмір

молекул. Стала Авогадро. Середня квадратична швидкість теплового руху молекул. Дослід Штерна.

Ідеальний газ. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Температура та її вимірювання. Шкала абсолютних температур.

Рівняння стану ідеального газу. Ізопроекти в газах.

Основи термодинаміки.

Тепловий рух. Внутрішня енергія та способи її зміни. Кількість теплоти. Питома теплоємність речовини. Робота в термодинаміці. Закон збереження енергії в теплових процесах (перший закон термодинаміки). Застосування першого закону термодинаміки до ізопроектів. Адіабатний процес.

Необоротність теплових процесів. Принцип дії теплових двигунів. Коефіцієнт корисної дії теплового двигуна і його максимальне значення.

Властивості газів, рідин і твердих тіл.

Пароутворення (випаровування та кипіння). Конденсація. Питома теплота пароутворення. Насичена та ненасичена пара, їхні властивості. Відносна вологість повітря та її вимірювання.

Плавлення і тверднення тіл. Питома теплота плавлення. Теплота згоряння палива. Рівняння теплового балансу для найпростіших теплових процесів.

Поверхневий натяг рідин. Сила поверхневого натягу. Змочування. Капілярні явища.

Кристалічні та аморфні тіла. Механічні властивості твердих тіл. Види деформацій. Модуль Юнга.

ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

Основи електростатики.

Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона.

Електричне поле. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції полів.

Провідники та діелектрики в електростатичному полі. Діелектрична проникність речовин.

Робота електричного поля при переміщенні заряду. Потенціал і різниця потенціалів. Напряга. Зв'язок між напрягою і напруженістю однорідного електричного поля.

Електроємність. Конденсатори. Электроємність плоского конденсатора. З'єднання конденсаторів.

Енергія електричного поля.

Закони постійного струму.

Електричний струм. Умови існування електричного струму. Сила струму. Закон Ома для ділянки кола. Опір провідників. Послідовне та паралельне з'єднання провідників. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.

Електричний струм у різних середовищах.

Електричний струм у металах. Електронна провідність металів. Залежність опору металів від температури. Надпровідність.

Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів. Закони електролізу. Застосування електролізу.

Електричний струм у газах. Несамостійний і самостійний розряди. Поняття про плазму.

Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Діод. Електронно-променева трубка.

Електричний струм у напівпровідниках. Власна та домішкова електропровідність напівпровідників. Залежність опору напівпровідників від температури. Електронно-дірковий перехід. Напівпровідниковий діод. Транзистор.

Магнетне поле, електромагнетна індукція.

Взаємодія струмів. Магнетне поле. Магнетна індукція. Закон Ампера. Сила Лоренца.

Магнетні властивості речовин. Магнетна проникність. Феромагнетики.

Магнетний потік. Явище електромагнетної індукції. Закон електромагнетної індукції. Правило Ленца. Явище самоіндукції. Індуктивність. Енергія магнетного поля.

КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ. ОПТИКА**Механічні коливання і хвилі.**

Коливальний рух. Вільні механічні коливання. Гармонічні коливання. Зміщення, амплітуда, період, частота і фаза гармонічних коливань. Коливання вантажу на пружині. Математичний маятник, період коливань математичного маятника. Перетворення енергії при гармонічних коливаннях. Вимушені механічні коливання. Явище резонансу.

Поширення коливань у пружних середовищах. Поперечні та поздовжні хвилі. Довжина хвилі.

Зв'язок між довжиною хвилі, швидкістю її поширення та періодом (частотою).

Звукові хвилі. Швидкість звуку. Гучність звуку та висота тону. Інфра- та ультразвук.

Електромагнетні коливання і хвилі.

Вільні електромагнетні коливання в коливальному контурі. Перетворення енергії в коливальному контурі. Власна частота і період електромагнетних коливань.

Вимушені електричні коливання. Змінний електричний струм. Генератор змінного струму. Електричний резонанс.

Трансформатор. Передача електроенергії на великі відстані.

Електромагнетне поле. Електромагнетні хвилі та швидкість їх поширення. Шкала електромагнетних хвиль. Властивості електромагнетного випромінювання різних діапазонів.

Оптика.

Прямолінійність поширення світла в однорідному середовищі. Швидкість світла та її вимірювання.

Закони відбивання світла. Побудова зображень, які дає плоске дзеркало.

Закони заломлення світла. Абсолютний і відносний показники заломлення. Повне відбивання.

Лінза. Оптична сила лінзи. Формула тонкої лінзи. Побудова зображень, що дає тонка лінза.

Інтерференція світла та її практичне застосування.

Дифракція світла. Дифракційні ґратки та їх використання для визначення довжини світлової хвилі.

Дисперсія світла.

Поляризація світла.

**ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ.
КВАНТОВА ФІЗИКА****Елементи теорії відносності.**

Принципи (постулати) теорії відносності Айнштейна. Зв'язок між масою та енергією.

Світлові кванти.

Гіпотеза Планка. Стала Планка. Кванти світла (фотони).

Фотоефект та його закони. Рівняння Айнштейна для фотоефекту. Застосування фотоефекту в техніці.

Тиск світла. Дослід Лебедева.

Атом та атомне ядро.

Дослід Резерфорда. Ядерна модель атома. Квантові постулати Бора. Випромінювання та поглинання світла атомом. Неперервний і лінійчатий спектри. Спектральний аналіз. Лазер.

Склад ядра атома. Ізотопи. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Поділ ядер урану. Ядерний реактор. Термоядерна реакція.

Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Методи реєстрації йонізуючого випромінювання.

СТРУКТУРА ТЕСТУ

Зовнішнє незалежне оцінювання з фізики 2008 року передбачають провести, використовуючи таку структуру тесту (комплекту тестових завдань).

Загальна кількість завдань тесту – 35. Тест з фізики складається з двох частин. Частина 1 містить завдання різних форм: завдання з вибором правильної відповіді, завдання на встановлення відповідності (логічні пари). Частина 2 містить завдання з короткою відповіддю. Для відповідей на завдання тесту кожному учаснику тестування надається бланк відповідей.



Завдання розташовано за формами (завдання з вибором однієї правильної відповіді, завдання на встановлення відповідності, завдання з короткою відповіддю) і тематичними блоками. Кількість завдань за тематичними блоками визначається змістовим наповненням та кількістю годин,

які відведено на вивчення тем у шкільному курсі фізики. **Орієнтовний** розподіл завдань тесту за тематичними блоками (у %) показано на діаграмі.

Тестування з фізики триватиме **150 хвилин**. Максимальна кількість балів за весь тест – **51**.

**ФОРМИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ,
ПОДАНІ У ТЕСТІ З ФІЗИКИ
2008 РОКУ**

Тести містять завдання **трьох форм**.

I. Завдання з вибором однієї правильної відповіді

Завдання містить запитання та чотири варіанти відповідей, серед яких потрібно вибрати один правильний. За виконання завдання Ви можете одержати **0** або **1 бал**. Завдання вважатиметься виконаним правильно, якщо Ви обрали та позначили у **бланку** правильний варіант відповіді. За це Ви отримаєте **1 бал**.

Завдання вважатиметься виконаним помилково, якщо Ви:

- а) позначили неправильний варіант відповіді;
- б) позначили два або більше варіантів відповіді, навіть якщо поміж них є правильний;
- в) не позначили жодного варіанта відповіді взагалі, завдання вважатиметься виконаним помилково. У такому випадку Ви отримаєте **0 балів**.

Наприклад:

I. Визначте силу, з якою тиснуть на малий поршень гідравлічного преса, якщо сила тиску під великим поршнем дорівнює 1000 Н, а відношення площин поршнів дорівнює 200.

A 5 Н	B 25 Н	B 50 Н	Г 75 Н
--------------	---------------	---------------	---------------

Правильна відповідь: A.

II. Завдання на встановлення відповідності (логічні пари)

Умова завдання містить інструкцію та подану у двох колонках інформацію, яку позначено цифрами (ліворуч) і літерами (праворуч). Під час виконання завдання треба встановити відповідність інформації, що позначені цифрами і літерами – утворити логічні пари – між прізвищами вчених,

фізичними величинами, назвами формул, пристроїв, що названо і розміщено в одній колонці, з науковим доробком учених, формулами, визначеннями, твердженнями, характеристиками тощо, що названо і розміщено в іншій колонці. Поставте позначки у бланку на перетині відповідних колонок і рядків.

За кожну правильно позначену логічну пару Ви отримаєте **1 бал**. Максимальна кількість балів, яку Ви можете одержати, правильно виконавши завдання, – **4 бали**. Якщо Ви не позначили жодної правильної логічної пари, виконання завдання вважатиметься помилковим. У такому випадку Ви отримаєте **0 балів**.

Наприклад:

2. Установіть відповідність між природним явищем (станом, процесом) та його технічним втіленням людиною у власне життя.

1 туман;	А дзеркало;
2 вільна поверхня води у тиху погоду;	Б зволожувач повітря;
3 вітер;	В парасолька;
4 випаровування	Г сушильна камера;
	Д вентилятор

Правильна відповідь: 1-Б, 2-А, 3-Д, 4-Г.

III. Завдання відкритої форми з короткою відповіддю

Виконавши кожне з цих завдань, потрібно вписати одержаний числовий результат у бланк відповідей відповідно до вимог заповнення бланка. Розв'язання завдань у чернетці не перевіряють і до уваги не беруть. До бланка відповідей треба вписати лише числову відповідь у тих одиницях величини, які вказані в умові завдання.

За виконання кожного такого завдання можна отримати **0** або **2 бали**.

Наприклад:

3. Щоб відірвати від рідини дротяне кільце діаметром 34 мм, треба прикласти силу 15 мН. Визначте коефіцієнт поверхневого натягу рідини (у Н/м). Силою тяжіння, що діє на кільце, знехуйте.

Правильна відповідь: 0,07.

Завдання, які подано у вигляді тестових завдань, можуть бути **якісні, розрахункові, графічні, експериментальні, комбіновані**.

Розв'язання **якісних завдань** здійснюється шляхом встановлення змістових та логічних зв'язків між поняттями, що описують фізичні явища та процеси, без застосування математичних розрахунків.

Наприклад:

4. Визначте, чи може незаряджене тіло набути електричний заряд унаслідок заземлення.

А Не може, тому що Земля – діелектрик.
Б Не може, тому що воно значно менше, ніж Земля.
В Може, якщо воно складається з діелектрика.
Г Може, якщо це провідник, що розташований в електричному полі.

Правильна відповідь: Г.

Щоб розв'язати **розрахункові завдання**, треба використати функціональні залежності між основними фізичними величинами (формулами) та, зробивши потрібні розрахунки, отримати числову відповідь.

Наприклад:

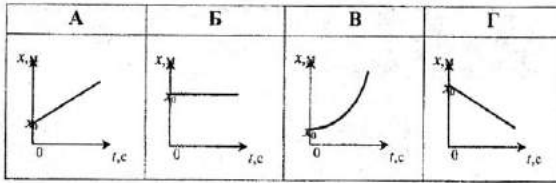
5. Ідеальний коливальний контур складено з конденсатора ємністю 80 пФ та котушки індуктивністю 0,5 мГн. Знайдіть максимальну силу струму, якщо максимальна напруга на обкладках конденсатора дорівнює 100 В.

А 20 мА	Б 40 мА	В 200 мА	Г 400 мА
---------	---------	----------	----------

Графічні завдання перевіряють вміння аналізувати графіки, схеми, таблиці і визначати за ними потрібні для подальшого розв'язання значення величин, або ж давати загальну характеристику процесам (явищам), що розглядаються.

Наприклад:

6. Визначте, який із зображених на рисунку графіків залежності координати тіла від часу відповідає рівноприскореному рухові тіла.

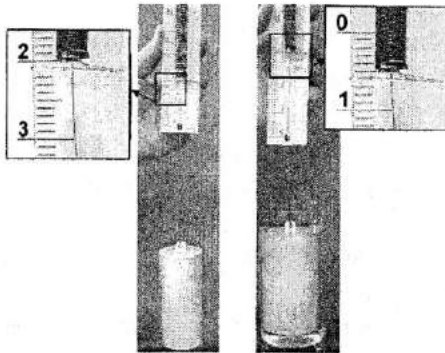


Правильна відповідь: **В**.

Експериментальні завдання передбачають опрацювання, аналіз, узагальнення або ж конкретизацію результатів експерименту, що зображено на фото або схематичному рисунку.

Наприклад:

7. Суцільний циліндр підвішений до динамометра. На фотографії 1 зображено шкалу динамометра, коли циліндр перебуває в повітрі; на фотографії 2 – коли циліндр повністю занурений у воду. Знайдіть густину матеріалу циліндра (густина води 1000 кг/м^3).



Фотографія 1 Фотографія 2

А 3500 кг/м^3	Б 2100 кг/м^3	В 1400 кг/м^3	Г 1100 кг/м^3
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

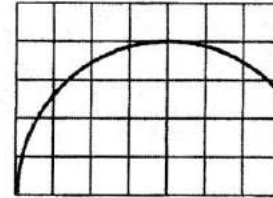
Правильна відповідь: **В**.

Завдання, для розв'язання яких застосовують поняття, закономірності, експериментальні результати декількох розділів або тем, називають **комбінованими**.

Наприклад:

8. На рисунку зображено траєкторію руху електрона в однорідному магнетному полі з магнетною індукцією 18 мТл (відстань між лініями сітки 2 мм). Вектор магнетної індукції перпендикулярний до площини рисунка. Визначте швид-

кість руху електрона ($\times 10^6 \text{ м/с}$). Елементарний електричний заряд $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, масу електрона вважайте такою, що дорівнює $9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.



Правильна відповідь: **25,6**.

Під час зовнішнього незалежного оцінювання, отримавши тестовий зошит, уважно ознайомтесь з розміщеною в ньому інструкцією й чітко дотримуйтесь правил заповнення бланку відповідей. Пам'ятайте, з метою об'єктивності, перевірку результатів (зчитування інформації) здійснює комп'ютер, отже, правильна ідентифікація Ваших відповідей значною мірою залежить від чіткості у дотриманні вимог запису результатів розв'язань. Будь-які додаткові позначки, коментарі тощо не ідентифікують або ж розглядають як помилки.

Для Ваших потреб у тестовому зошиті є аркуші-чернетки, всі записи, зроблені на них, ніяк не впливають на результати тестування. Звичайно, результати тестування залежать, насамперед, від глибини і систематичності Ваших знань із фізики, теоретично-практичних умінь і навичок тощо. Водночас, звертаємо увагу на те, що оскільки використовувати калькулятори заборонено, то доцільно поновити навички усних та письмових підрахунків з використанням основних арифметичних дій. Досвід тестування свідчить, що подекуди помилки в результатах розв'язань фізичних задач пов'язані з арифметичними помилками.

Під час підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання з фізики користуйтеся підручниками і посібниками, рекомендованими Міністерством освіти і науки України, а також посібниками та збірниками завдань з логотипом Українського центру оцінювання якості освіти.

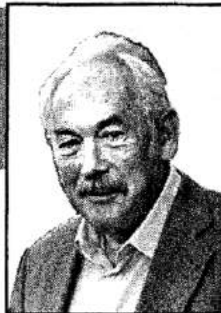
Запорукою успіху під час зовнішнього незалежного оцінювання є глибокі знання, міцні нерви та чіткість у дотриманні вимог запису результатів виконання завдань.

Бажаємо Вам успіхів!



НОБЕЛІВСЬКІ ЛАВРЕАТИ

2007

**Відкриття
гігантського
магнетоопору**

Петер Грюнберг



Альберт Ферт

Шведська академія наук нагородила Нобелівською премією з фізики 2007 року французького фізика Альберта Ферта (Albert Fert) та німецького фізика Петера Грюнберга (Peter Grunberg) за "відкриття гігантського магнетоопору".

Альберт Ферт народився 7 березня 1938 року в Каркасоні (Франція). Він навчався в Еколь Нормаль Супер'єрі в Парижі (1957–1962). Від 1963 року почав займатися науковою працею в Паризькому університеті, а 1970 року захистив дисертацію та одержав науковий ступінь доктора наук. У 1962–1964 роках він працював асистентом у Гренобльському університеті. Далі служив у війську (1964–1965).

А. Ферт у 1964–1976 роках працював асистентом Паризького університету в Орсі (Orsay), а від 1976 року – професором. Учений у 1970–1995 роках очолював науковий колектив, який проводив дослідження в галузі твердого тіла. Від 1995 року й досі – директор з наукових питань Національного центру наукових досліджень. Його наукові дослідження стосуються фізики конденсованого стану (метали, магнетизм, магнетні наноструктури тощо). Учений має понад 270 публікацій.

Крім Нобелівської премії, А. Ферт має й інші нагороди, зокрема: Міжнародну премію за нові матеріали Американського фізичного товариства (1994), нагороду Міжнародного товариства фізиків та інженерів в галузі магнетизму (1994), гран-прі Французького фізичного товариства (1994), премію Галвета-Пакарда Європейського

фізичного товариства (1997), медаль Національного центру наукових досліджень (2003), премію Японії (2007), премію Вольфа (2007). Одружений, має двоє дітей.

Петер Грюнберг народився 18 травня 1939 року в м. Пілзені (Німеччина, нині Чеська республіка). Він навчався в початковій школі у Лаутербасі, далі у реальній гімназії (1950–1959). Закінчивши гімназію, П. Грюнберг продовжив навчання у Гете Університеті у Франкфурті на Майні (1959–1963). Далі навчався у Технічному університеті в Дортмунді (1959–1963). У 1969–1972 роках науковець проходив наукове стажування у Карлтонському університеті в Канаді.

Від 1972 року учений був науковим працівником в Інституті м. Джуліха, а 1984 року він обійняв посаду приват-доцента у Кельнському університеті, рік (1984–1985) працював у Арагонській національній лабораторії (США). Науковець 1992 року став професором Кельнського університету, 1998 року стажувався в університетах Синдаї, Такуба (Японія).

П. Грюнберг 1966 року одружився з Гельмою Праус. Вони мають троє дітей.

Крім Нобелівської премії, науковець має й інші нагороди, зокрема: Міжнародну премію за нові матеріали Американського фізичного товариства (1994), нагороду Міжнародного товариства фізиків та інженерів в галузі магнетизму (1994), премію за технологію Дослідницького центру Джуліха (1996), премію Галвета-Пакарда Європейського фізичного товариства (1997), Державну пре-



мію від Президента Німеччини (1998) медаль Національного центру наукових досліджень (2003), ювілейну медаль Німецького фізичного товариства (2007), премію уряду Японії (2007), премію Вольфа (2007).

Нобелівську премію з фізики 2007 року науковці одержали за встановлення нових рис магнетоопору. У чому ж суть явища, яке називають магнетоопором?

Відомо, що електричний опір – це здатність провідників перешкоджати протіканню електричного струму. З ним пов'язана низка цікавих фізичних ефектів: фотопровідність, йонна провідність, температурна залежність опору провідників, надпровідність, магнетоопір тощо.

Якщо провідник зі струмом помістити у магнетне поле, то воно змінить електричний струм, тобто, немовби під дією магнетного поля змінюється електричний опір провідника. Це явище відкрив ще понад 150 років англійський фізик В. Томсон (лорд Кельвін), вимірюючи опір заліза і нікелю в магнетному полі. Він писав: “Я знайшов, що залізо, яке помістили в магнетне поле, збільшує опір провідності електрики вздовж і зменшує опір провідності впоперек силових ліній магнетного поля”.

За понад столітню історію вивчення магнетоопору в різних матеріалах відносна зміна опору ніколи не перевищувала декількох відсотків. Однак лавреати Нобелівської премії з фізики 2007 року відкрили явище гігантського магнетоопору, в якому відносний магнетоопір змінюється в декілька разів.

Відкриття цього явища стало можливим лише після того, як учені навчилися створювати принципово нові матеріали, яких у природі не існувало. Дослідження П. Грюнбергом і А. Фертом гігантського магнетоопору в нових шаруватих структурах стало одним з найяскравіших прикладів того, як людина перевершила винахідливість природи.

Щоб зрозуміти природу магнетоопору, з'ясуємо, завдяки чому виникає звичайний електричний опір металів, що зумовлює електричний струм. Електричний струм у металі – це потік вільних (не зв'язаних з конкретними атомами) електронів. Він виникає завдяки електричному полю, під дією

якого виникає впорядкований рух електронів. Опір провідника виникає через те, що під час руху електрони провідності розсіюються, тобто постійно збиваються з того напрямку, в якому діють сили електричного поля.

Не правильно уявляти собі цей процес так, немовби електрони пришвидшуються, стикаються з атомами, зупиняються і знову пришвидшуються. Хоча таку модель їхнього руху розглядають у класичній теорії провідності металів. І ця теорія якісно пояснює виникнення електричного опору, його залежність від температури, однак її висновки не завжди узгоджуються з експериментом.

“Перешкоди”, на які наштовхуються електрони, – це не атоми. Насправді, ідеальна кристалічна ґратка побудована з атомів металу, не розсіює електронів. Розсіяння електронів зумовлене порушенням строгої періодичності і відбувається воно на дефектах кристала (домішкові атоми, структурні дефекти) або просто на теплових коливаннях (фононах).

Якщо до провідника прикласти напругу, то на тепловий безладний рух електронів накладається відносно повільний впорядкований рух під дією зовнішніх електричних сил. Цей повільний дрейф і є електричним струмом. Беруть участь у цьому русі не всі електрони, а лише невелика їхня частина – ті, які мають енергію, близьку до максимальної (до енергії Фермі). Якщо таких електронів багато, то струм тече великий, а, отже, опір провідника малий. Якщо таких електронів мало, то струм протікає малий, тобто матеріал має великий електричний опір.

Електрони мають одну важливу квантову характеристику – спін. Як і багато інших квантових характеристик, спін буває не будь-яким, а строго визначеним. Важливою особливістю спіну є його зв'язок з магнетним полем. Спін електронів визначає магнетні властивості речовини. Зокрема магнетизм у феромагнетиках (їх зазвичай просто називають магнетами) зумовлений тим, що спіни всіх йонів заліза орієнтовані в одному напрямку. Спін не лише породжує магнетне поле, а й примушує електрони реагувати на магнетне поле.

У більшості провідників орієнтація спіну електронів не впливає на електричний струм, тому в електротехніці така характеристика елект-



ронів як спін немає особливого значення. Проте для явища гігантського магнетоопору саме спін відіграє визначальну роль. А саме відкриття гігантського магнетоопору стало моментом народження нової галузі електроніки – спінтроніки, в якій спін електрона така ж важлива її характеристика, як і заряд.

Як поведуться електрони провідності в феромагнетик. Магнетне поле усередині металу впливає на електрони, і до того ж впливає по-різному, залежно від орієнтації їхнього спіну: уздовж поля чи проти, і від того залежатиме енергія електронів у магнетному полі. У результаті кількість електронів поблизу енергії Фермі зі спіном, що зорієнтований уздовж і проти поля виходить різна.

Виникає незвичайне явище. Електричний струм у феромагнетному металі складається з двох різних потоків електронів. Один потік – це потік електронів зі спіном за напрямком намагнетченості, другий – проти нього. Ці два потоки електронів зазнають з боку металу різного електричного опору: ті, що орієнтовані проти поля, розсіюються більше, ті ж, що орієнтовані за полем, навпаки.

Така картина спостерігається лише у феромагнетиках, наприклад у намагнетченому шматку заліза. В інших матеріалах, наприклад у звичайному мідному провіднику, такого поділу нема, оскільки нема магнетного поля, яке впливає на спін електронів провідності.

Отже, провідність феромагнетиків виявилася відмінною від звичайних провідників. На цю особливість цих матеріалів звернув увагу Альберт Ферт ще 1968 року. І хоча відтоді – до формулювання ідеї гігантського магнетоопору минуло майже 20 років, але загальне розуміння фізичних явищ у феромагнетиках сформулювалось саме тоді.

Величина магнетоопору в різних речовинах ніколи не перевищувала декількох відсотків. Лише після того, як учені навчилися створювати принципово нові матеріали (надгратки), вони одержали змогу спостерігати велику зміну опору таких структур під дією магнетного поля. Це явище назвали гігантським магнетоопором. Що ж таке надгратки?

Надгратка – це своєрідний шаруватий кристал, який складається із шарів різних матеріалів

завтовшки в декілька атомів. Префікс “над” відображає те, що стала періоду цієї структури більша, ніж період звичайних кристалічних ґраток.

Виготовити такі надгратки технологічно складно. Їх вирощують у надзвичайно глибокому вакуумі, напилюючи на підкладку шар за шаром потрібну речовину. Всі складові такої структури, насамперед сама підкладка, мусять мати подібну кристалічну ґратку: інакше напилені шари будуть деформовані, матимуть багато дислокацій і тріщин, а це негативно вплине на протікання електричного струму через них. До того ж, у процесі отримання треба забезпечити, щоб атомарні шари напилюваної речовини напилювались рівномірно, щоб не було горбів і западин, щоб шари різних речовин рівно накривали один одного, не перемішуючись. Водночас потрібно ще й контролювати їхню товщину і магнетні властивості.

Як тільки учені навчилися виготовляти такі структури, вони розпочали експериментувати з

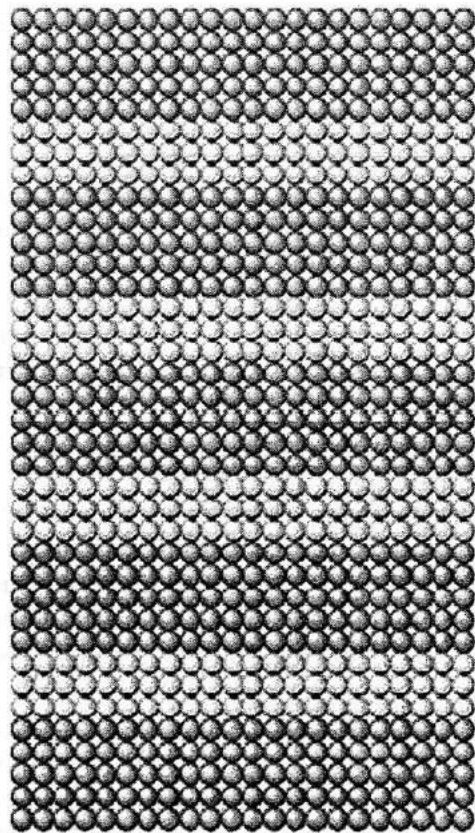


Рис. 1. Надгратка – це шари, що чергуються, завтовшки в декілька атомів різних матеріалів з подібною кристалічною структурою



різними комбінаціями матеріалів, зокрема, з такими, в яких чергуються шари феромагнетика і немагнетного матеріалу. Під час таких досліджень з'ясувалось, що якщо правильно дібрати для немагнетних шарів їхню товщину, то магнетні шари матимуть незвичайну для феромагнетика властивість – чергування орієнтації їхнього магнетного моменту, тобто така надгратка є антиферомагнетиком. У шарах Fe-Cr цю властивість зауважив німецький фізик Петер Грюнберг зі своїми співпрацівниками 1986 року.

Водночас вони встановили, що така орієнтація шарів змінюється під дією зовнішнього магнетного поля. Магнетне поле перемагнетчує “неправильно орієнтований феромагнетик”. Отже, якщо таку шарувату структуру помістити в сильне магнетне поле, то в ньому всі шари заліза зорієнтуються в одному напрямку. Якщо ж магнетне поле забрати, то чергування намагнетченості шарів знову відновлюється. Тобто експериментатори одержали змогу легко змінювати тип магнетної впорядкованості.

Оскільки за відсутності зовнішнього магнетного поля шари заліза мають різний напрямок магнетного моменту, електрони, які рухаються уперек шарів, зі спіном орієнтованим догори відчуватимуть великий опір усередині шарів з орієнтацією магнетного моменту догори. Водночас ці ж електрони відчуватимуть малий опір усередині шарів з орієнтацією донизу. Для електронів зі спіном орієнтованим донизу – все навпаки. Оскільки кількість перших і других шарів у структурі однакова, то обидва сорти електронів в однакових умовах.

Якщо ж прикласти зовнішнє поле, яке створить один напрямок намагнетченості всіх шарів, то електрони двох типів перебуватимуть у різних умовах. Рух електронів, орієнтованих за магнетним полем у всіх шарах, зазнаватиме значного розсіяння, тобто їхній внесок у струм зменшиться. Водночас електрони, орієнтовані в протилежному напрямку, зазнаватимуть меншого розсіяння. Тобто для таких електронів шарувата структура надгратки чинитиме менший опір, і зумовлений ними струм помітно зростатиме. У скільки разів зменшиться струм електронів зі спіном, орієнтованим за полем, у стільки ж разів збільшиться струм зі спіном проти поля. Оскільки в шаруватій струк-

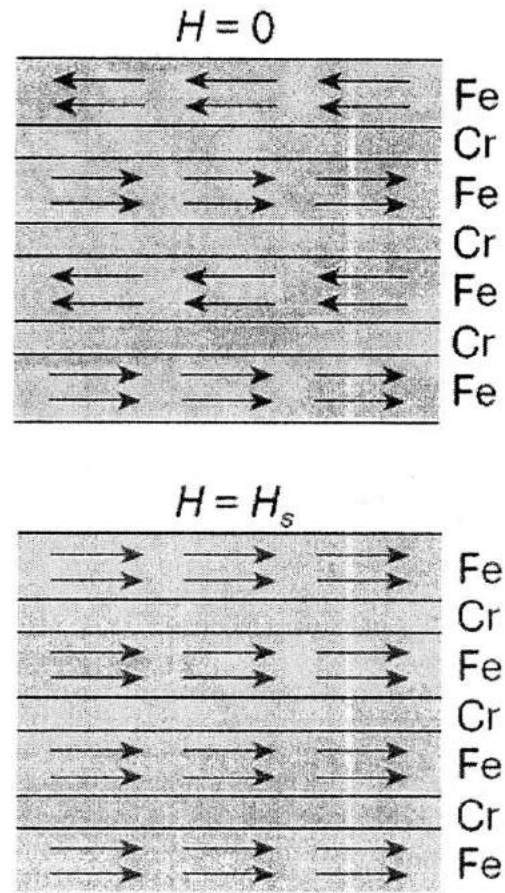


Рис. 1. Магнетний момент заліза в надгратці Fe-Cr за відсутності зовнішнього магнетного поля (вгорі), та в зовнішньому магнетному полі (внизу)

турі ефективні опори для різних типів електронів увімкнені паралельно, то завжди результируючий опір зменшується, адже відомо, що опір паралельно з'єднаних провідників менший від опору меншого з них.

Перші експерименти А. Ферта показали зменшення опору зразка в магнетному полі майже вдвічі. Правда, такий результат він досягнув лише, використовуючи сильні магнетні поля за дуже низької температури – температури кипіння зрідженого гелію (4,2 К вище від абсолютного нуля). В експериментах Грюнберга за кімнатної температури зміна опору була набагато меншою, лише півтора відсотка. Декілька років досліджень дали змогу добитися зменшення опору вдвічі вже за кімнатної температури і в набагато менших магнетних полях.

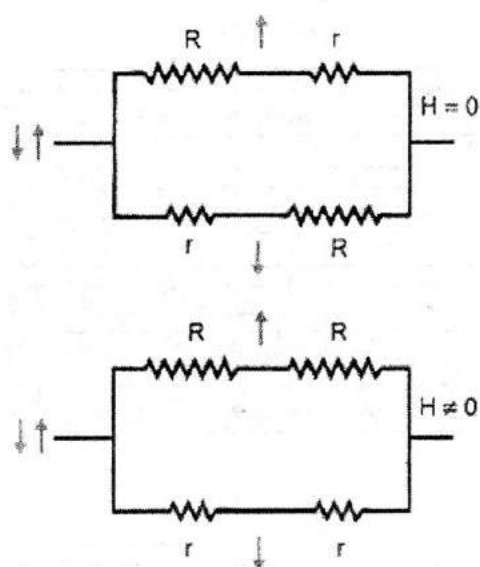


Рис. 1. Еквівалентні схеми для розрахунку електричного опору надтртки Fe-Cr. Структура без впливу магнетного поля (вгорі), структура в магнетному полі (внизу)

Явище гігантського магнетоопору цікаве ще й тим, що його формулювання надзвичайно просте: електричний струм зростає в магнетному полі. Чинники, які його зумовлюють, – електричний струм і магнетне поле – це явища, які вивчені ще

в XIX сторіччі (епоха класичної фізики). Може видатись, що й явище гігантського магнетоопору також просте. Однак мікроскопічні чинники, які впливають на рух електронів і зумовлюють це явище доволі складні й впливають вони із законів квантової механіки. У цьому явищі, як і в явищі квантового ефекту Гола¹, закони квантової механіки (закони мікросвіту) виявляються в макроскопічному фізичному явищі.

В ухвалі Нобелівського комітету особливо відзначено, що використання ефекту гігантського магнетоопору зумовило вагоме побільшення щільності запису на жорстких магнетних дисках. Використання шаруватих надтрток з гігантським магнетоопором дало змогу створити надзвичайно компактні й чутливі сенсори магнетних полів. Вони розташовані над площиною жорсткого диска, що швидко обертається, відстежують магнетні поля, доменів, що пролітають під ними, і відразу ж цю інформацію перетворюють на електричний струм.

Це дуже актуально для сучасного світу, адже потік інформації, що використовує людство, невинно зростає, і її потрібно зберігати, опрацювати. Для цього якнайкраще придатні комп'ютери з їхніми магнетними жорсткими дисками пам'яті.

Олександр Гальчинський,
канд. фіз.-мат. наук

¹Докладніше про це читайте в журналі "Світ фізики", 2002. № 1.

Сім'я Нобелів започаткувала нову премію в галузі нанотехнологій

Сім'я Нобелів започаткувала нову премію за досягнення в галузі науки, назва якої буде опублікована 2–4 жовтня 2007 року в Далласі на представницькій науковій конференції і промисловій виставці в галузі нанотехнологій.

Місце, вибране для офіційного оголошення нової премії, дає підстави припустити, що вона стосуватиметься нанотехнологій. Інформацію про нову премію оголосить доктор Майкл Нобель, племінник правнука Альфреда Нобеля і голова Товариства сім'ї Нобелів. Він виступить з доповіддю "Нова Нобелівська нагорода за розв'язання найбільшої глобальної проблеми XXI сторіччя" під час офіційного прийняття на честь Нобелівських лавреатів.

Премію від доктора Майкла Нобеля присуджуватимуть і приватним особам, і організаціям, діяльність яких стимулювала або сприяла розв'язанню якоїсь "глобальної проблеми". Цю премію можуть одержати представники науки, бізнесу, політики, а також знаменитості, які привернули увагу світової громадськості до пошуку варіантів її розв'язання. Перші лавреати нової Нобелівської нагороди будуть оголошені на початку 2008 року.



Задачі

12-го Відкритого Луганського турніру юних фізиків (юніорська ліга, 8–9 класи)

*Фізика – дивовижна річ,
вона цікава, навіть якщо нічого
у ній не розумієш.*

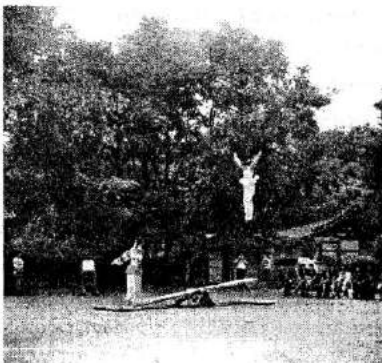
Михайло Аров

1. “Придумай сам”

Вам, металісти! Біметалічні пластинки широко використовують у техніці. Опишіть кількісно поведінку біметалічної пластинки під час нагрівання. Придумайте і продемонструйте для неї нове застосування.

2. “Вище від голови не скочиш”

На світлині ви бачите корейський народний атракціон. Дві дівчини почергово підскакують на підкидній дошці, після кожного стрибка висота підскакування збільшується. Якої максимальної висоти може досягнути дівчина? Як ця висота залежить від параметрів системи? Якими способами можна збільшити цю висоту без додаткових джерел енергії?



3. “Володар кілець”

Якщо звичайне кільце обертати довкола своєї осі, то можна спостерігати так звану “вісь обертання

кілець”. Поясніть причини її появи. Опишіть ефект кількісно.

*Оргкомітет Юніорської ліги ТЮФу не рекомендує проводити експерименти з кільцем
Володаря – наслідки непередбачувані...*

4. “Електричний грабунок”

Остап Бендер: “Грабунок або вилучення грошей варіюється залежно від обставин. Я знаю чотирьох порівняно чесних способів вилучення.” В одному з сюжетів кіножурналу “Єралаш” показали 401-й спосіб: чотирнадцятирічний “комбінатор” наелектризував гребінець своїм волоссям і витягнув за його допомогою купюру з кишені свого сусіда по парті. Як довго треба електризувати гребінець (чи інший предмет) тертям, щоб витягнути за його допомогою купюру з чужої кишені чи хоча б підняти її з підлоги? За яких умов це можливо?

Оргкомітет наполягає, щоб вилучені під час експериментів гроші надходили лише у фонд Юніорської ліги ТЮФу.

5. “Кумуляція”

Звичайну пробірку з водою з висоти 1–2 см вертикально опускають на стіл. Як поводить себе поверхня води в пробірці? Опишіть ефект теоретично і дослідіть експериментально.

Оргкомітет Юніорської ліги ТЮФу за розбиті пробірки не відповідає!



6. “Просто цирк!”

Клоуни в цирку видавають мильні кульки незвичайно: вони не дмуть на мильний розчин, а проводять паличку з цим розчином по повітрю – внаслідок чого утворюється цілий струмінь кульок. Помітно, що поряд із великими кульками утворюються і дуже маленькі. Опишіть ефект теоретично і дослідіть експериментально.

7. “Дивлюсь, піднімається повільно догори...”

Поясніть з фізичного погляду, чому і як лінійка, що обертається, підіймається по олівцю. Опишіть ефект теоретично і дослідіть експериментально.

8. “Привіт із Магдебурга”

Розпрягайте, хлопці, коні!

Українська народна пісня

Отто фон Геріке для того, щоб роз'єднати металеві півкулі, з яких відпомповано повітря, використував 16 коней. Розрахуйте, виходячи з цього, які були розміри півкуль. Скільки коней потрібно, щоб роз'єднати півкулі за годину, за дві доби, за тиждень, за місяць? За який час півкулі розпадутся самі? Від чого і як залежить цей час?

9. “Дзеркало проти астероїдів”

У науковій пресі з'явилася ідея захистити Землю від астероїдів за допомогою дзеркал. Космічні кораблі, оснащені великими дзеркалами, оточують астероїд і фокусують на ньому сонячне світло. Речовина астероїда в місці фокусування перетворюється на газ і створює реактивну тягу, яка змінює орбіту астероїда. Розрахуйте ефект теоретично й оцініть кількісно.

Оргкомітет Юніорської ліги ТЮФу забороняє командам перебувати в космічному просторі без супроводу фахівців.

10. “Екстрасенсорика чи фізика?”

На якій граничній відстані й за допомогою яких фізичних ефектів людина в темноті може визначити без приладів присутність іншої людини? Опишіть ефект теоретично і дослідіть експериментально.

11. “Подача-бумеранг”

Чи можна ударити кульку в пінг-понгу так, щоб він спочатку торкнувся вашої половини столу, потім половини суперника, а тоді сам собою повернувся на вашу половину? Опишіть такий удар з фізичного погляду, якщо він, звичайно, можливий. Оцініть чисельно його параметри.

12. “Шнурковий оркестр”

*Я не то, чтобы от скуки,
Я надеялся понять –
Как умеют эти руки
Эти звуки извлекать?*

Булат Окуджава

Коли господині, перед тим, як розвішувати на балконі білизну, протирають вологою ганчіркою білизняні шнурки, лунає характерний “ріжучий звук”. Дослідіть явище експериментально і розрахуйте характеристики цього звуку.

Задачі запропонували:

О. фон Геріке (Магдебург),
І. А. Ільф і Е. П. Петров (Одеса),
О. О. Камін, О. Л. Камін (Луганськ),
Б. Ш. Окуджава (Москва, Арбат),
Ю. Гребенюк, А. Зарицький,
І. Кауфман, Д. Мещеряков (Харків),
український народ

Склад команди – до 6 школярів 7–9 класів; допускають участь одного десятикласника. Турнір проводять у м. Луганську наприкінці квітня або на початку травня 2008 року. Про точніші строки буде повідомлено не пізніше, ніж за місяць до початку турніру.

Бої проводять за правилами Всеукраїнського ТЮФу з такими доповненнями:

Учасник команди, десятикласник, має право бути Доповідачем, Оponentом чи Рецензентом тільки раз упродовж бою (участь у полеміці виходом не вважають). У фіналі турніру фіналістам пропонують нові задачі, які розв'язують учасники упродовж 4–5 годин перед фіналом без участі керівників команд.

E-mail kamin@lep.lg.ua.



ВНЕСОК НІМЕЦЬКИХ УЧЕНИХ У РОЗВИТОК РАКЕТНОЇ ТЕХНІКИ

2007 року людство відзначило 50-річчя від запуску першого штучного супутника Землі*. Піонери космонавтики, які мріяли про міжпланетні подорожі, створення космічних кораблів і орбітальних станцій, що вийдуть за межі Сонячної системи, починали з вивчення польоту ракети. Перші практичні успіхи на цьому шляху досягли на початку 1940-х років німецькі вчені та інженери. Підтримкам успішної реалізації радянської та американської ракетних програм стали напрацювання німецьких учених напередодні та під час Другої світової війни. Кожна з цих країн сповна скористалась цим надбанням. Однак ця сторінка в історії науки і техніки маловідома для широкого загалу.

Пропонуємо нашим Читачам уривки із книжки члена-кореспондента Російської академії наук, дійсного члена Міжнародної академії астронавтики Бориса Чертока "Ракети і люди". Автор упродовж понад 50-ти років працював у галузі авіації та космонавтики, 20 років працював разом із С. Корольовим, багато років був його заступником.

Які ж насправді цікаві колізії витворює історія! Радянські фахівці в офіцерських чинах летять 1945 року із Берліна, де тільки 20 днів тому підписано акт про беззастережну капітуляцію гітлерівської Німеччини, летять на американському бомбувальнику, який веде пілот, що випробовував перший радянський ракетний літак БІ-1.

Тоді я ще не усвідомлював, що лечу на те географічне місце на березі Балтійського моря, якому в історії судиться бути стартовим майданчиком для початку великої ракетної гонки ХХ сторіччя. В цю гонку будуть втягнуті десятки народів усіх континентів, і до кінця сторіччя майже всі армії світу в тому або іншому вигляді обзаведуться ракетною зброєю.

Нині нікого не дивують репортажі з фронтів малих локальних воєн про те, що йде "війна ракет". Навіть у численних міжнаціональних сутичках справа доходить до обстрілу ракетами! Думаю, не помилюся, передбачаючи, що керовані ракети на початку ХХІ сторіччя будуть так само доступні, як автомати Калашникова.

Але в ті дні ми ще не уявляли собі перспективи такого історичного повороту в техніці озброєння і нас тягнула до Пенемюнде чисто пізнавальна

професійна інженерна цікавість і почуття обов'язку перед своєю країною. Я був вже підготовлений до того, що можу побачити там, із розповідей Ісаєва і Палло, які тільки тиждень тому прилетіли з Пенемюнде до Берліна, і докладно ділилися враженнями. Але коли літак на наше прохання пролетів над всією територією острова, я був захоплений всім побаченим настільки, що тепер, майже за півстоліття, в пам'яті все ще виникають обширні пляжі, білі баранці набігаючого прибою, лісисті горби. Не хотілося відривати око від цього чудового природного заповідника. Ландшафт вже дуже різко контрастував із звичними за останній місяць руїнами Берліна. Але серед сосен проглядаються контури будівель, далі величезні залізні конструкції поставлених "на попа" мостів, ще якісь незрозумілі з висоти, але явно виробничі, споруди. На все накладена трохи прикрита тіннями сосен сітка доріг, яка все сполучає. Праворуч удалину йдуть ліси і відблиски озер, ліворуч – сіре море. Пролетіли службову територію острова, і знову з хвойної зелені проглядаються привабливі біло-кремові, рожеві і всякі інші багатоколірні вілли і готелі. Одним словом, курорт.

З повітря ми не побачили слідів жорстоких бомбувань, про які нас повідомляли англійці.

*Читайте про це в журналі "Світ фізики", 2008. № 3.



Аеродром для прийому “Бостона” був цілком придатним. Він розрахований на посадку швидкісних бомбувальників. Нас вже чекали і повезли відразу до “Швабес-готеля”.

У кожного, хто ділився розповідями, перше враження від знайомства з околицями Пенемюнде – це зовсім не споруди ракетної техніки, а краса природи балтійського побережжя. Тут мешкала і відпочивала еліта німецьких ракетників. Тепер у найкращому з готелів – “Швабес-готель” – розмістився штаб із дослідження Пенемюнде, який очолював генерал-майор Андрій Ілларіонович Соколов. Він під час війни був заступником командувача гвардійськими мінометними частинами, і, поки в Москві шукали бажаних взяти заступництво над німецькою ракетною технікою, Головне артилерійське управління доручило йому вивчення та охорону Пенемюнде. Треба віддати йому належне: він добре організував цю роботу.

Німецьких компетентних фахівців на острові Узедом майже не залишилося. Група генерала Соколова зібрала декількох малоосвічених фахівців з місцевих жителів. За їхньою допомогою і домислами радянських інженерів складався опис того, що було у Пенемюнде до приходу нашої армії. Саме було, а не є. Союзна авіація пошкодила майже всі будівлі і лабораторії. Але зруйнованих щент не було. Випробувальні стенди за розмірами перевершували все, що ми могли собі уявити. Біля них були побудовані бункери, які добре збереглися, звідки велося керування і спостереження за випробуваннями двигунів і ракет. Всі споруди, що займали загалом декілька десятків гектарів, були сполучені добрими дорогами. У кабельних каналах прокладено десятки кілометрів силових, вимірювальних і сигнальних кабелів, які німці не встигли демонтувати.

Все устаткування до останнього приладу і навіть верстати на великому заводі, будівля якого майже не постраждала, демонтували, вивезли, а те, що не встигли евакуювати перед появою військ маршала Рокосовського, зондеркоманди СС привели в непридатність.

Генералові Соколову вдалось значною мірою відновити старі порядки в житловому районі курорта “Цінновиц”. Я був уже до цього підготовлений Арвидом Палло, який попередив мене ще в Берліні, що в Пенемюнде порядки доброго велико-

світського довоєнного курорта. Ніби ніякої війни з її жахами й не було.

У ресторані “Швабес-готелю” для всього офіцерського складу сервірували загальний стіл, який був накритий білосніжною скатертиною, і на кожному місці – набір ложок, виделок та ножів, у кількості, що явно перевищувала різноманітність страв. Фірмові тарілки з дуже скромною закускою розставляли спритні офіціанти так, щоб марка готелю була розташована у вас перед очима.

Ніхто з офіцерів не смів сісти за загальний стіл, поки не входив генерал. Далі починався церемоніал, знайомий нам тільки з кінофільмів. Декілька офіціантів у чорних костюмах і білих сорочках з “метеликами” на чолі з метрдротелем урочисто простувала навкруги столу, починаючи з генерала, і далі рухалася по чинах. Перший офіціант наливав суп, другий клав картоплину, третій обсилав все зеленню, четвертий поливав гострою підливкою і, нарешті, п’ятий наливав в один з багатьох келихів грамів тридцять спирту. Спирт самостійно розводили водою на смак. Якоюсь мірою весь цей спектакль відроджував порядки, що були в “Швабес-готелі” під час відвідин Пенемюнде іменитими гостями. За словами метрдротеля, тут бували майже всі перші особи фашистського рейху, крім самого Гітлера. “Ну, звичайно, – додавав метрдротель, – я тоді до столу подавав чудові вина. Коли Дорнбергер і фон Браун евакуювались із Пенемюнде, вони всі запаси продуктів і вин забрали з собою”.

Нас відрекомендували генералові в обідній залі і ми з честю витримали всі встановлені в “вищому товаристві” правила етикету, не дивлячись на провокаційні усмішки і репліки старожилів.

Про Пенемюнде слід писати в історичному аспекті. Тому я виділив тільки головні результати робіт у Пенемюнде. Я користувався “джерелами”, які ми знайшли в Німеччині, та інформацією зі спогадів, що вийшли згодом від безпосередніх учасників робіт у Пенемюнде.

Огляд Пенемюнде в травні-червні 1945 року показав, що фактичний розмах робіт із ракетної техніки в Німеччині набагато перевершував уявлення, які у нас були. Радянським фахівцям треба було розібратися у всьому обсязі робіт у Німеччині в галузі ракетної техніки. Але не менш



важливо було одержати відомості про історію розробок і методи, якими користувалися німецькі учені та інженери під час розв'язання таких важких задач, як створення балістичних керованих ракет дальньої дії.

Ні ми, ні американці, ні англійці до 1945 року не вміли створювати рідинні ракетні двигуни тягою понад 1,5 т. Та й ті, що були створені, мали малу надійність, у серію не пішли і ніякої нової зброї з їх застосуванням не було створено.

Німці ж до цього часу успішно розробили і освоїли РРД тягою до 27 т, у понад вісімнадцять разів більше! І до того ж виробляли ці двигуни в промислових масштабах.

Чого ж варта одна система автоматичного керування! Одна річ показати, що принципово, теоретично для даного рівня техніки можна керувати польотом ракети і відповідно режимом двигуна у польоті на дальність 300 км, а зовсім інша річ – здійснити цю задачу, довівши всю систему до рівня, придатного для прийняття на озброєння!

Завдяки Другій світовій війні з'явилися принаймні три нові науково-технічні напрями, які багато в чому революціонізували колишні уявлення про стратегію і тактику майбутніх можливих воєн, – це автоматично керовані ракети, радіолокація та ядерні засоби.

Перші два напрями не вимагали відкриття яких-небудь нових законів фізики.

Інша річ атомна, або точніше, ядерна техніка. Її поява обумовлена відкриттям нових закономірностей в природі і нових наукових методів, які пов'язані з проникненням у мікросвіт, у природу першооснов матерії.

Три нові сили, подібно джіннам, були випущені з лабораторій в роки Другої світової війни. В історичному плані парадоксальна, а в певних сприйнятках шокуюча є та очевидна і безумовно об'єктивна істина, що військова техніка виявляється найсильнішим стимулятором розвитку продуктивних сил суспільства і прогресу цивілізації загалом. Давно очевидна й та істина, що сучасна космонавтика в своїй першооснові є продуктом науково-технічної творчості військово-промислових комплексів Радянського Союзу і США.

Яка ж роль німецьких учених і військово-промислового комплексу Німеччини часів Другої світової війни в розвитку космонавтики?

Значну частину відомостей для відповіді на це запитання ми одержали вже в перші післявоєнні місяці роботи в Німеччині. Це торкалося переважно техніки радіолокації і приладів.

Ракетну техніку Німеччини в історичному аспекті ми досліджували пізніше. Джерелами інформації були об'єкти, що ми оглядали, вивчення на місці зразків ракетної техніки, розповіді німецьких фахівців та історичні довідки-звіти, які склали за нашим завданням.

Історія німецької техніки – це не лише Пенемюнде. Практичні роботи з реалізації ідей піонерів теорії міжпланетних польотів почалися із створення примітивних ракетних двигунів ще 1929 року. Перехід від аматорських досліджень ентузіастів-одинаків до широкомасштабної діяльності зі створення ракетних літальних апаратів почався після того, як військові відомства оцінили перспективність ракетної зброї.

За Версальською угодою, Німеччині було заборонено розроблення і виробництво нових видів авіаційної, артилерійської та іншої техніки озброєння, відомої під час Першої світової війни як наступальні засоби. У перелік заборон не вписувалася ракетна зброя. Автори Версальської угоди і не думали про змогу використовувати ракети як зброю нападу.

Ця обставина привела вельми ініціативного працівника військового міністерства капітана артилерії Дорнбергера до ідеї використовувати ракети з рідинними двигунами для військових цілей. Дорнбергер повернувся до практичних досліджень Вернера фон Брауна, який 1929 року дев'ятнадцятирічним студентом написав працю "Теорія дальніх ракет".

З приходом до влади Гітлера 1933 року було відкинуто всі обмеження, що накладалися на озброєння Німеччини Версальською угодою. Уже 1935 року фон Браун запропонував Управлінню озброєнь проект рідинної ракети, що дає змогу досягти дальності стрільби в 50 км. Для цієї розробки була задумана експериментальна ракета під назвою А-3. Стартовий майданчик для ракети було обладнано на невеликому острові в Балтійському морі Грейфсваль-дер-Ойе. Всі чотири льотні випробування А-3 виявилися невдалими через відмови в системі управління. Проте вперше було вирішено принципово нову задачу: вертикальний



старт ракети, що вільно стоїть на стартовому столі.

Дорнбергер і фон Браун, скориставшись зв'язками в Управлінні озброєнь, отримали сприятливі умови для реалізації своїх пропозицій. Вони розуміли, що експериментальна база в Куммерсдорфі не придатна для робіт того масштабу, який вони задумали, і почали пошуки нового місця для будівництва великого науково-дослідного центру, поряд із випробувальним полігоном.

Дорнбергер і фон Браун добилися спочатку проектування дослідницького центру на вибраному ними острові Узедом на Балтійському узбережжі поряд із курортом Цинновіц біля рибальського села Пенемюнде. Військове міністерство погодилося щедро фінансувати створення такого центру за умови, що розроблятиметься ракета дальньої дії, здатна нести великий заряд вибухівки.

Бурхливе будівництво центру почали 1936 року, а 1937 року в Дослідницький центр сухопутних військ у Пенемюнде переселилося перші 90 працівників. Розроблення, дослідження і випробування йшли паралельно з будівництвом, яке було закінчено за три роки. Фірму, що здійснювала основні будівельні роботи в Пенемюнде, очолював майбутній президент ФРН Генріх Любке. У 1945 році ми переконалися, що до якості побудованого не можна пред'явити претензій навіть після бомбувань.

У Європі йшла підготовка до війни, і ні одна з розвідок союзних країн, зокрема й англійська, не уявляла собі планів і масштабів робіт у Пенемюндівському центрі.

У 1937 році фон Браун запропонував Управлінню озброєнь, замість раніше обіцяної ракети на дальність 50 км, ракету на дальність понад 200 км. Цей проєкт було названо "А-4".

У 1940 році вперше почалися вогняні випробування камери згоряння ракетного двигуна тягою 25-тон, призначеного для А-4. У ньому вперше було застосовано турбіну для подачі в камеру згоряння спирту і рідкого кисню.

З початком Другої світової війни сфера досліджень і конструкторської діяльності в Пенемюнде швидко розширювалася. Створювали нові служби, і була потрібна велика кількість нових фахівців. Їх мобілізували для роботи в Пенемюнде. Багато кого відкликали з армії. Були залучені до роботи

надзавданнями Пенемюнде університети Дармштадта, Берліна, Дрездена, Ганновера, а згодом Відня та Праги.

У 1937–1940 роках у будівництво центру в Пенемюнде вклали понад 550 мільйонів марок. Сума на ті часи величезна.

Оснащення центру новітньою вимірювальною апаратурою і спеціальним випробувальним устаткуванням здійснювали всі провідні електро- і радіотехнічні фірми Німеччини. Тут варто, при всьому нашому антифашистському настрої, віддати належне енергії та впевненості, з якою діяли керівники робіт і, насамперед, Дорнбергер і фон Браун.

Річ не лише в ентузіазмі та організаторських здібностях керівників Пенемюнде. Вони чудово розуміли, що ентузіазму і геніальних здібностей учених-одинаків далеко не достатньо. Було потрібне чітке уявлення про майбутні масштаби всіх робіт для досягнення поставленої мети і сміливість у створенні найсильнішої науково-технічної, виробничої і військово-випробувальної інфраструктури. Все це було задумано до, а уточнювалося і реалізовувалося вже під час війни в умовах тоталітарного гітлерівського режиму, який не жалів засобів на створення секретної зброї масового знищення: робити звіт перед парламентарями не вимагали. Це значною мірою сприяло успіхам у такій новій справі.

У 1943 році чисельність основного персоналу Пенемюнде становила понад 15 000 осіб. Нові стенди давали змогу вести вогняні випробування двигунів на тягу від 100 кг до 100 т.

Пенемюндівські аеродинаміки гордилися найбільшою в Європі аеродинамічною трубою, яку створили лише за півтора роки, найбільшим заводом для отримання рідкого кисню, просторими і добре обладнаними конструкторськими залами.

З самого початку будівництва на острові Узедом були передбачені стартові позиції для ракет, бункери для керування пуском. Відповідно було обладнано засобами контролю і спостереження за ракетою всю трасу можливих запусків у напрямку північ–північний схід.

У 1940–1941 роки у військових програмах створення нових видів озброєння дуже гострою була проблема пріоритетів. Найбільшим пріоритетом у Німеччині користувалася програма



“Люфтваффе” “Ю-88” – організація масового виробництва середнього бомбувальника.

Керівництво “Люфтваффе” дуже добре розуміло, що організація великосерійного виробництва “А-4” може перешкодити промисловості виконувати замовлення для програми “Ю-88”. “Люфтваффе” мали поза сумнівом вагомі претензії на вищий пріоритет, бо нові бомбувальники прямували безпосередньо на фронт у діючі авіачастини.

Ракети “А-4” було призначені для нападу на Англію, а слабим місцем німецьких ВПС були саме бомбувальники. Природно, що боротьба за пріоритет розгорілася саме між цими двома програмами.

Наприкінці війни програму “А-4” було названо програмою “Відплата”, а ракета одержала назву “Фау-2”. Новій секретній зброї надали найвищого пріоритету серед всіх замовлень у промисловості і на транспорті. Дорнбергер, фон Браун і керівництво сухопутних сил, яке їх підтримувало, відтіснили на другий план програму “Ю-88”.

Цезначно понизило бойові можливості німецької бомбувальної авіації. Тоді, як англо-американська авіація руйнувала один за іншим німецькі міста, Німеччина не могла завдати удару у відповідь. Не було достатньої кількості швидкісних висотних бомбувальників потрібної дальності. Всі надії покладали на Фау-2.

Такі зміни на користь програм Пенемюнде в період, коли Німеччина стояла вже на межі військової катастрофи на Східному фронті і прогнала повітряну битву за Англію, можна пояснити тільки сліпою вірою Гітлера та його найближчого оточення в чудодійну силу нової ракетної зброї як засобу масового знищення і нового засобу протиповітряної оборони.

Це була саме віра, а зовсім не упевненість. Ця віра не лише пришвидшила поразку Гітлера, а й якоюсь мірою сприяла усуненню страшної загрози створення до кінця війни німцями атомної бомби. Масштабність робіт над програмою А-4 і особливо поглинання нею при масовому виробництві багатьох гостродефіцитних матеріалів побічно перешкодили німцям створити атомну бомбу.

Знаменитий німецький фізик, лавреат Нобелівської премії В. Гайзенберг після війни згадував: “...у вересні 1941 року ми побачили, що перед нами відкрився шлях, він вів нас до атомної бомби”.

Американський дослідник і журналіст Д. Ірвінг у своїй книжці “Вірусний корпус” писав: “... в червні 1940 року, коли у Франції замовкла битва і на чотири роки запанувала окупація, позиції Німеччини в ядерній гонці були вельми значні і навіть страхотливі: у неї не було великих запасів важкої води, та зате вона захопила єдиний у світі завод важкої води, вона стала власницею тисячі тон вельми чистих уранових з’єднань, встановила контроль над майже побудованим циклотроном, мала у своєму розпорядженні ще не знекровлені тотальною війною кадри фізиків, хеміків, інженерів, а її хемічна промисловість була наймогутнішою в світі”. Якби німці встигли створити атомну бомбу раніше від американців і озброїти двома-трьома бомбами дві-три ракети А-4 з числа багатьох сотень, які випустили по Англії, світ сьогодні міг би виглядати зовсім по-іншому.

Дивно, що основними причинами повільного розгортання робіт у гітлерівській Німеччині за атомним проєктом були зовсім не технічні перешкоди, а перешкоди, які створювали ученим сама влада, їхнє зарозуміло-поблажливе відношення до науки, яка не вміла рекламувати свою мету так майстерно, як це робили інженери-ракетники. З найперших днів війни німецька економіка була цілком поставлена на задоволення безпосередніх потреб одного блицкригу за іншим. Військові успіхи німців у Європі та на початку війни в Радянському Союзі привели до думки про повну перевагу їхньої військової техніки. А якщо так, то навіщо витрачати засоби і відволікати сили на нові труднощі науково-дослідні роботи, скеровані на створення ще досконалішої зброї.

Але і це не єдина причина невдачі німецьких фізиків. Як вже згадував Д. Ірвінг: “Ще наприкінці 1940 року німецькі фізики не передбачали скільки-небудь серйозних труднощів на шляху військового застосування атомної енергії... Забракувавши в січні 1941 року графіт, німецькі учені вчинили фатальну помилку. Тепер це добре відомо”. Ця помилка пішла на користь ракетникам, бо графіту на обидва напрями в Німеччині явно не вистачало. Нині відомо, що газоструменеве кермо, з якого б матеріалу його не виготовляли, краще замінити іншими методами керування. Але щоб перейти до цього методу, було потрібно 10 років наполегливої праці фахівців СРСР і США.



“Хто знає, як обернулася б справа, – писав Д. Ірвінг, – якби помилка була своєчасно виправлена. Ця помилка, фатальна для долі німецького атомного проекту, виявилася щасливою для всього людства. Вона стала головною перешкодою для німців створити критичний реактор на графіті та урані, тобто реактор такого ж типу, як перший у світі діючий реактор, який створили американці...”

Наскільки можна судити за наявними публікаціями, післявоєнні американські і радянські дослідження не оцінили повною мірою рятівний для людства винахід ракетників Пенемюнде – графітове кермо, на яке Німеччина була вимушена витратити свої украй обмежені запаси чистого графіту.

У серпні 1945 року, знаходячись у Тюрінгії, ми почули по радіо про скидання атомних бомб на Хіросиму, а згодом на Нагасакі. Ми спробували насамперед зрозуміти самі, про що йдеться. Хоча серед нас, радянських офіцерів, у той час не було жодного хоч якоюсь мірою причетного до атомних досліджень фахівця, проте наші пізнання у фізиці дозволили при колективному обговоренні припустити, що американцям вдалося створити бомбу, в якій використовується ефект перетворення частини маси речовини в енергію відповідно до знаменитої формули Айнштейна. Ми почали розпитувати Гельмута Греттруппа, що було відомо в Пенемюнде про роботи в Німеччині зі створення атомної бомби. Якою мірою німецькі керівники ракетної програми, зокрема Дорнбергер і фон Браун або їхні найближчі співпрацівники, були знайомі з можливостями створення атомної бомби? Тривалі розмови з Греттруппом дали змогу нам зрозуміти, що роботи над якоюсь надпотужною вибуховою речовиною в Німеччині велися.

Імена Гайзенберга і фон Арденне, які я називав як можливих учених у галузі робіт над атомною бомбою, Греттруппу були добре знайомі. До того ж, він сказав, що влітку 1943 року в Пенемюнде під великим секретом керівники говорили про якусь нову могутню вибухову речовину. Для пенемюндівців це було дуже важливо. Вони добре розуміли, що звичайний тротил, яким начиняли бойові частини ракет А-4 масою 700–800 кг, не дає більшого ефекта, ніж звичайна авіаційна бомба в 1000 кг.

Таких бомб англо-американська авіація вже скинула на німецькі міста незліченну кількість, проте Німеччина продовжувала воювати і навіть нарощувала темпи створення нових видів зброї. Греттрупп пригадав, що, почувши про нову вибухову речовину, фон Браун вирушив до Берліна для обговорення з військовим командуванням сухопутних сил можливих перспектив підвищення потужності бойової частини ракет.

З ким зустрічався фон Браун у Берліні, він після повернення не розказував, але Греттрупп усміхаючись, згадував, що йому було приємно почути від свого шефа, що хоча фізики-теоретики працюють над дуже цікавою проблемою, але вони не мають ніякого інженерного досвіду і на відміну від ракетників не уявляють собі, як потрібно організувати справу, щоб від голої теорії перейти до “живих” агрегатів.

Крім того, і це прямо сказав Греттрупп, німецька фізика й наука загалом була дуже ослаблена, починаючи вже з 1937 року. Від роботи в університетах було відлучено понад 40 % професорів за нелояльність до режиму або неарійське походження. В цьому відношенні німецькій науці не пощастило – цькування учених дорого обійшлося Німеччині. Але все, що відносилось до проблем ракетної техніки, майже не постраждало, бо, як це не дивно, за весь час роботи в Пенемюнде, окрім одного інциденту з гестапо, Греттруппу пригадати гоніння на фахівців не вдалося.

Відношення військових і політичних керівників Німеччини до атомного проекту різко контрастувало з їхньою увагою до робіт у Пенемюнде. І це попри те, що в червні 1942 року на нараді в Альберта Шпесра – одного з вищих керівників рейху, який багато в чому визначав економіку Німеччини, В. Гайзенберг відверто заговорив про військове використання атомної енергії і пояснив, як можна виготовити атомну бомбу. Мабуть, авторитет всесвітньо відомого фізика Гайзенберга для військових керівників був недостатній, щоб атомним проектам дати пріоритет, подібний тому, що одержали ракети.

На фельдмаршала Мільха, який відповідав за авіаційну техніку, доповідь Гайзенберга не справила належного враження, і він незабаром схвалив рішення про початок серійного виробництва



літаків-снарядів Фау-1, і відповідно не підтримав Гайзенберга. У цьому виявився загальновідомий “генеральський синдром” щодо нової незрозумілої науки. Фау-1 – дітище авіації, Фау-2 – зброя сухопутних військ. Це наочно і зрозуміло: можна подивитися і “попробувати”. А перетворення маси в енергію – це абстракція. Краще зачекати!

Однак у роботах, що проводили у Пенемюнде з широким розмахом, одна за одною виникали найсерйозніші технічні проблеми.

Наприкінці 1941 року вперше було проведено стендові комплексні випробування ракети А-4. Під час цих випробувань через неухважність персоналу вибухнула ракета і стенд було зруйновано.

Лише 1942 року почалися перші експериментальні запуски. Перший вдалий запуск відбувся 3 жовтня 1942 року. Це була четверта за порядком виготовлення ракета А-4. Вона пролетіла 192 км і досягла висоти 90 км. Сам Оберт, що знаходився тоді в Пенемюнде, привітав фон Брауна й інших розробників ракети. Двигун і система керування вперше працювали порівняно добре.

З нагоди довгоочікуваного успіху у “Швабесготелі” відбувся банкет. А біля стартового майданчика поставили великий щит із написом: “3 жовтня 1942 року цей камінь впав з мого серця. Вернер фон Браун”. (Таку розповідь ми чули, але, відвідуючи Пенемюнде, на камінь ніхто з нас не звернув уваги.)

Проте далі пішли серії невдач. Тут були і вибухи під час запуску, вибухи вже в повітрі, відмови рульових машин, відмови гіроскопічних приладів, клапанів у магістралях палива та окислювача. Виходило з ладу бортове електроживлення.

Наприкінці 1941 року військове міністерство посилено цікавилось проблемами великосерійного виробництва А-4. Пропонували велику кількість варіантів, що виключали один одного. Більшість з яких відкидали ще на папері. У цю роботу було втягнуто велику кількість фахівців, через що випробування А-4 дуже сповільнилися. Проте 1943 року кількість експериментальних запусків вже сягала 20. Під час цих запусків було виявлено та усунуто основні дефекти двигуна, системи подачі та автоматики. Почали інтенсивно працювати, щоб досягти потрібної точності стрільби.

На початку 1943 року виявилось велике відставання в розробленні наземного устаткування і

наземних служб контролю і забезпечення льотних випробувань. Водночас із основним складом випробувачів і розробників Пенемюнде дослідні запуски почали військові частини, які мали не лише освоїти нову зброю, а й відпрацювати методи прицілювання, щоб забезпечити точність стрільби. Треба було розробити спеціальну бортову і наземну радіоапаратуру. До того ж, було обладнано траси польоту оптичними засобами контролю траєкторії. В результаті запусків з’ясувалося багато недоліків в електричних схемах і конструкції апаратури системи керування. Вдалі запуски на номінальну дальність до 287 км чергувались із вибухами, пожежами в хвостовій частині та відмовами системи керування.

Ракета була дуже ненадійна, недоведена і вимагала значних поліпшень. Але політичне і військове керівництво рейху у міру погіршення загального положення на фронтах, з властивим Гітлеру авантюризмом, щораз більше пов’язувало свої надії з появою нової зброї – ракет.

Після Сталінградської битви, поразки на Курській дузі, події на східному фронті склалися так, що використання ракети А-4 в умовах нестабільності лінії фронту не могло зупинити наступ Червоної Армії. Інша річ – Англія. За відсутності другого фронту можна було розраховувати на використання побережжя Північного моря або Ла-Маншу для створення стаціонарних стартових позицій з метою обстрілу Англії. Жевріла надія, що англійці, зосередивши увагу на своїй власній території, не наважаться на участь у десантних операціях, а американці одні нічого не зроблять. Гітлер давав абсолютно фантастичну вказівку – почати операцію проти Англії із запуску тисячі літаків-снарядів і ракет щоденно. Далі поступово збільшити кількість запусків до п’яти тисяч на день!

У травні 1943 року постало питання про пріоритет: літак-снаряд Фау-1 чи ракета А-4 - Фау-2. До цього часу було проведено вже понад 25 запусків А-4, останні з яких були успішними. За точністю і дальністю літак-снаряд і ракета А-4 були майже однакові – це була зброя для стрільби по цілі площею як місто. В цьому відношенні Лондон був мішенню, по якій важко промахнутися. Але англійські засоби ППО навчилися дуже ефективно боротися з літаками-снарядами Фау-1 (за нинішню термінологією це – крилаті ракети), які



літали повільно і низько. Їх збивала зенітна артилерія, винищувачі ППО, вони натикалися на аеростати. Нові англійські засоби радіолокацій давали змогу виявляти Фау-1 задовго до їхнього підльоту до Лондона. Керівники вермахту розуміли, що, запускаючи щомісячно майже тисячу Фау-1 з 800-кілограмовим зарядом, з яких до цілей доходило навряд чи 40 %, навряд чи можна було зламати Англію. Всього по Англії було випущено майже 12 000 Фау-1.

Інша річ Фау-2. Проти цієї ракети були безсилі всі засоби англійської ППО. Швидкість і висота польоту виключали навіть думку про яке-небудь попередження та оголошення повітряної тривоги. Треба було організувати великосерійне виробництво А-4. На початку створення Пенемюнде передбачали, що виробництво ракет А-4, в усякому разі їхній монтаж і випробування здійснюватимуть на острові. Для цього побудували потужну виробничу базу, яку оснастили різним технологічним устаткуванням. Проте незабаром стало зрозуміло, що великосерійне виробництво вимагає абсолютно інших масштабів і потокової технології, яку неможливо здійснити в Пенемюнде. Тому побудований завод було перейменовано в дослідний "Ферзухверк" (FW). На ньому зібрали майже 100 ракет.

У липні 1943 року Гітлер особисто прийняв керівників Пенемюнде і оголосив ракетну програму першочерговою для всього вермахту і всієї промисловості. Така задача вимагала розроблення технології та організації масового виробництва ракет. Почалося будівництво в Тюрінгії поблизу Нордгаузена величезного підземного заводу з проектною потужністю випуску до тридцяти ракет А-4 за добу. Цей завод ("Міттельверк") до середини 1944 року випускав вже до шестисот А-4 на місяць.

Будівництво і виробництво ракет А-4 на Міттельверке під Нордгаузенем, мабуть, одна з найпохмуріших і трагічних сторінок в історії німецької ракетної техніки. Для будівництва і виробництва під керівництвом німецьких фахівців і гестапівських наглядачів використовували іноземних робітників, військовополонених, в'язнів концтаборів.

Їх до початку роботи під землею звозили до концтабору "Дора", який створили спеціально

для цього, безпосередньо біля живописної з вигляду лісисті гори. У середині цієї гори було встановлено найжорстокіший режим: за щонайменше порушення порядку і дисципліни на заводі – смерть. Труба крематорію табору "Дора" диміла цілодобово. В'язні в таборі вмирили від побоїв, тортур, хвороб, виснаження і страт при щонайменшій підозрі в саботажі. Жоден із в'язнів табору "Дора" не мав вийти живим за межі зони, де виробляли надсекретну зброю. Однак у таборі працював підпільний центр антифашистського Опору.

Для роботи на Міттельверке концерни "Сименс" "Рейнметал-Борзіг" "Динаміт-АГ" "Крупп" і "Тиссен-Хиттон" примусово відрядили дев'ять тисяч кваліфікованих німецьких робітників. Гестапо направило з різних концтаборів понад 30 тисяч в'язнів.

Підпільний табірний комітет, до якого входили росіяни, чехи, французи і німецькі комуністи, організував на заводі саботаж під гаслом "що повільніше працюєш, то ближче до пермоги!" В'язні знаходили способи приведення в непридатність найтонших агрегатів ракет.

Гестапо вдалося напасти на слід підпільного антифашистського комітету, яким керував німецький комуніст Альберт Кунц. Серед заарештованих і кинутих у застінки гестапо для допитів були французькі офіцери, польські партизани, чеські вчені, німецькі комуністи, радянські військовополонені. Для нас імена цих героїв ракетного підпілля залишаються невідомі. Але, не дивлячись на масові страти, саботаж продовжувався. Були антифашисти і серед німецьких робітників підземного заводу. Одному з них, кваліфікованому слюсарю Йозефу Цилінському, що працював у Пенемюнде, а згодом якого відрядили до Міттельверка, вдалося встановити контакт із радянськими військовополоненими. Його схопило гестапо і кинуло в карцер казарми Нордгаузен. Його чекала шибениця, та під час нальоту англо-американської авіації казарму було розбомблено. Йому вдалося втекти й переховуватися до кінця війни. Від таких, як він, чудом уцілілих людей вдалося дізнатися багато подробиць про страшне підземне ракетне виробництво.

Перші ж зустрічі в Нордгаузені, а згодом у Бляйгероді з німецькими фахівцями, дали змогу дізнатися основні характеристики серійної ракети



A-4, що випускали на підземному заводі і що поступала звідти прямо у військові частини.

Вартість A-4 попри безкоштовну працю в'язнів становила понад 300 000 рейхсмарок! Не рахуючи вартості наземного устаткування, утримання військових частин, палива та окислювача!

У вересні 1944 року почали обстрілювати ракетами A-4 Лондон. Нальоти Фау-2 викликали в англійців великий страх. Ракети наближалися без жодного звуку. Підлітаючий снаряд з його вогненным вістрям можна було помітити лише випадково за декілька секунд до вибуху.

Відразу ж після бойового застосування Фау-2, англійці активізували розвідку і розпочали повітряні нальоти на стартові позиції ракет, які було важко замаскувати. Іншої боротьби з снарядами Фау-2 не існувало. Старти ракет виявилися найуразливішою ланкою ракетного комплексу.

У 1970-х роках ідея використання рухомих залізничних стартів посилено розробляли в США для ракет "Міджитмен", а до цього – "Мінітмен". У СРСР також розробляли варіанти стартів міжконтинентальних ракет з використанням рухомого складу залізниць. Німці як засіб захисту від повітряних нальотів, рухомі залізничні старты розробляли ще 1944 року в Пенемюнде.

Ракета A-4 мала стартувати з простого за конструкцією рейкового пристрою, змонтованого на залізничній платформі. Рухомий старт містив цистерни із спиртом і рідким киснем, а також все потрібне для передпускової перевірки і запуску ракети. Проте довести рухомі старты до бойового використання німці не встигли.

Всі запуски проводили із стаціонарних позицій, із стартових "столів", на які підвозили ракети і далі встановлювали так званим "Майлервагеном". Для бойового застосування A-4 було створено фронтовий артилерійський дивізіон "485". За даними відповідального за всі пункти керування Фау-зброєю генерал-лейтенанта військ СС доктора-інженера Камплера, який командував "артилерійським корпусом", упродовж вересня 1944 року щодня вдавалося запускати до 15 ракет. Із освоєнням ракетної техніки вдалося скоротити цикл передстартової підготовки. 30 жовтня стартували 29 ракет, і лише 26 листопада і 26 грудня кількість запусків збільшилась до рекордної цифри – 33 запуски щодня!

За даними, які, очевидно, близькі до достовірних, з 5 вересня до 31 грудня 1944 року було запущено лише 1561 ракету A-4. З них по Лондону – 447, по базах дислокації та зосередження військ союзників, що відкрили такий довгожданий другий фронт, – 43 (по Нарвіху і Іпсвіху в Голландії).

На початку 1945 року бомбування з повітря і наступ англоамериканських військ позбавили німців найвигідніших позицій для обстрілу Лондона. Більшість ракет були спрямовані на цілі континентальної Європи. 924 ракети було випущено по базах постачання в районі Антверпена, 27 – на Лієтгіх, 24 – на Лілль, 19 – на Париж і в долину Мааса і 2 – на Дієст.

У різних мемуарних джерелах, що підсумовують Другу світову війну, нема згадки про істотні втрати союзників у результаті ракетного обстрілу. Ракети, що мали розкид від цілі в десятки кілометрів, мали набагато більший моральний вплив на мирне населення, ніж приносили реальний збиток економіці чи військам.

За різними джерелами, 2000 ракет, які випущено за сім місяців по Лондону, привели до загибелі понад 2700 людей. Достовірних даних про жертви A-4 в інших місцях, які обстрілювали, нема. Якщо судити за середньою лондонською статистикою убитих на один запуск, то слід прийняти загальну цифру загиблих від ракет A-4 майже 7,5 тисяч осіб.

До цих перших жертв ракет слід додати всіх спалених у крематорію табору "Дора", знищених під час будівництва Пенемюнде і ракетного полігону в Польщі, загиблих у застінках і страчених антифашистів. Їхня кількість набагато перевершує кількість загиблих безпосередньо від вибухів A-4 як зброї. Такі трагічні сторінки історії першої прийнятої на озброєння балістичної керованої ракети дальньої дії.

А що ж робили в ці роки розвідки союзників? Радянській розвідці, двічі розгромленої спочатку при Єжові, згодом при Берії, ще можна пробачити повне невідання про розмах робіт у Німеччині з ракетного озброєння. Але знамениті західні розвідки теж прогавили тасмницю, про яку в Німеччині вже знали десятки тисяч цивільних і військових фахівців. Замовлення Пенемюнде і Міттельверка виконували десятки фірм з різних частин Німеччини.



Експериментальні запуски ракет у Балтійське море проводили, починаючи з 1940-х років, а на полігоні в Польщі – з 1943 року.

Малоймовірно, але проте до травня 1943 року ні агентурні донесення, ні відомості від військово-полонених, ані авіарозвідка й інші види розвідки не приносили достовірної інформації про істинні масштаби робіт над новою секретною зброєю.

Існує правдоподібна легенда, що в травні 1943 року офіцер британської авіації Констанца Бемінгтон-Сміт під час дешифрування аерофото-знімків, знайшла на одному із знімків острова Узедом маленький літак без кабіни льотчика. Це був літак-снаряд типу “Фізелер-103”, який згодом назвали Фау-1. Проведені після цього повторні аерофотознімання виявили незабаром “маленькі сигари” – А-4.

Тільки тоді британський Генеральний штаб почав аналізувати агентурні дані, що поступали з Франції, Польщі, Норвегії, Швеції. З них виходило, що в грудні 1943 року слід чекати обстрілу Англії новою зброєю – літаками-снарядами і якимись величезними ракетами. Аерофоторозвідкою було виявлено вже 138 можливих стартових майданчиків на північному побережжі Франції і Нідерландів... Зіставлення всіх даних про поки що непізнану ракетну зброю з відомостями про роботи німців з “уранового проекту” викликало побоювання в англійців: чи немає зв’язку між цими двома роботами.

Черчіль був повністю інформований про роботи американців над атомною бомбою. Більше того, він сприяв відправці до США англійських учених для роботи над цією проблемою з тим, щоб випередити німців.

Ну, а що коли ці літаки-снаряди або знайдені на знімках “сигари” пов’язані з німецькими роботами над атомною бомбою?

Зволікати далі було небезпечно. І Черчіль дав згоду на нанесення бомбового удару по Пенемюнде. Було розроблено дезорієнтуючу тактику для англійських ВВС. До цього упродовж багатьох тижнів пілоти англо-американської авіації мали, повертаючись після бомбування Берліна, обов’язково пролітати над Узедомом. ППО острова мала строгий наказ не відкривати вогню і не піднімати в повітря винищувачів, щоб не привертати увагу противника до надсекретного острова.

Так було до 17 серпня 1943 року.

Напередодні маршал королівських військово-повітряних сил сер Артур Траверс Харріс запросив офіцерів, відповідальних за майбутню операцію, і попередив про особливу відповідальність екіпажів і надзвичайну важливість знищення цілей. “Якщо наліт не вдасться, його повторять наступної ночі. У цьому випадку вже не вдасться уникнути великих втрат.”

Перші хвилі бомбувальників пролетіли над Узедомом пізно увечері 17 серпня 1943 року, не скинувши жодної бомби. Внизу навіть не оголосили повітряну тривогу. Раптово над північним краєм острова запалилися освітлювальні ракети. Почався перший і найсильніший за всю історію Пенемюнде бомбовий удар. 597 чотиримоторні бомбувальники скинули на заборонену зону і найближче селище тисячі фугасних і запалювальних бомб. Одна хвиля бомбувальників летіла за іншою, вистилаючи “бомбовим килимом” виробничі корпуси, стендові споруди, лабораторні будівлі. Було скинено загалом півтора мільйона кілограмів фугасних і запалювальних бомб.

Місцева ППО була безсила. Нічні винищувачі, яких терміново викликали з Берліна, все ж збили 47 літаючих фортець – американських В-27.

Пенемюндівці втратили убитими 735 осіб і багатьох провідних фахівців, серед них головного конструктора двигунів доктора Вальтера Тіля. Дізнавшись про масштаби нальоту, покінчив самогубством заступник командувача “Люфтваффе” генерал-полковник Йешоннек, який безпосередньо відповідав за систему ППО цього району.

Але Дорнбергер і фон Браун не опустили рук. Вони запевнили начальника гімлерівської служби безпеки обергрупенфюрера СС Ернста Кальтенбруннера, який прилетів до Пенемюнде, що ті, що залишилися в живих пенемюндівці зможуть подолати наслідки катастрофи.

Роботи сповільнилися, але не припинилися. Повітряна війна проти Пенемюнде ще раз підтвердила, що зупинити звичайними авіаційними бомбуваннями, навіть такими могутніми, експериментальні роботи на відкритому просторі повністю не можна. Через бомбування Пенемюнде вермахт у серпні 1943 року ухвалив рішення створити резервний дослідницький полігон у Польщі для доопрацювання А-4.



Одночасно поставили завдання посиленої підготовки військових з'єднань для обслуговування бойових позицій. Для цієї мети Гімлер запропонував артилерійський есесівський полігон "Хайделлагер", розташований в районі Дебіце в межах річки Вісли, Віслока і Сану. Полігон і всі його споруди було ретельно замасковано. В'язнів концтабору Пусткув (майже 2000 людей), яких використовували на будівництві, згодом повністю знищили.

У селах Блізна і Пусткув розташували 444-а випробувальну батарею – "Артилерійський полігон Блізна". Перший експериментальний запуск у Блізному в польових умовах випробувальна батарея 444 провела 5 листопада 1943 року, а перше бойове застосування А-4 почалося тільки за рік.

Під час запусків на польській території невдачі йшли одна за одною. Деякі ракети не злітали: відразу після запалення "спрацьовувала" схема, деякі злітали і відразу падали "на хвіст", руйнуючи свою стартову позицію, інші вибухали на висоті всього декількох кілометрів через пожежі у хвостовій частині, падали через відмову системи керування, руйнувалися в повітрі через аеродинамічне нагрівання бака окислювача тощо. Лише 10–12% стартуючих ракет досягала цілі. Серійне виробництво на Міттельверке вже йшло повним ходом, а фахівці Пенемюнде робили відчайдушні спроби з'ясувати шляхом нових і нових серій випробувальних запусків і безперервних допрацювань причини руйнувань у повітрі.

Позначалася відсутність багатоканальних систем телеметрії. Перша система радіотелеметрії "Месіна 1" мала лише шість каналів. Але її використання унаслідок радіомаскування на польському полігоні було обмежено.

30 серпня 1944 року в районі села Блізна відбувся останній, вісімдесятий, випробувальний запуск. Випробувальну батарею з Блізни передислокували в район на південь від Лютіха і звідти зробила перший бойовий постріл. Він був скерований на Париж. За три дні почали регулярно обстрілювати Лондон.

Завдяки діям польських партизан і підпільників англійська секретна служба отримала дуже цінну інформацію про випробувальний полігон у Поль-

щі. Англійцям навіть вдалося прислати літак за деталями ракет, які витягнули партизани з місць їх падіння. Крім того, англійці отримали залишки ракети, що впала на Швецію.

У липні 1944 року радянські ракетники, що працювали в НДІ-1, нічого не знали про полігон у Польщі і майже ще не мали уявлення про ракету А-4. Англійці теж мали поки смутні уявлення про ракету.

Більше не можна було зволікати, і Черчилль листом звернувся за допомогою безпосередньо до Сталіна, який дав вказівки безпосередньо Генштабу. Відповідно радянська військова розвідка отримала наказ вивчити район Дебіце, який в липні 1944 року ще знаходився за 50 км від лінії фронту.

Водночас по лінії наркомату авіаційної промисловості Шахурін отримав від Сталіна вказівку підготувати групу радянських фахівців, які мали вивчити все, що буде знайдено на цьому полігоні ще до того, як там з'являться англійські фахівці. Відразу по гарячих слідах після звільнення в район передбачуваного полігону було направлено першу експедицію у складі військової розвідки, якою керував генерал І. А. Серов. З нашого інституту в цю групу входили Ю. А. Победоносцев, М. К. Тихонравов і декілька технічних помічників. Вони працювали під посиленою охороною. Вже після того, як радянська група працювала в Польщі майже тиждень, туди прибули англійські фахівці, серед них представник англійської розвідки, що мав докладну карту місцевості. На карті було нанесено координати місць старту і численні точки падіння ракет.

Тихонравов, повернувшись, розказував, що наші військові розвідники їздили по полігону, користуючись вказівками англійців, і їхня карта жодного разу не підводила. Англійська агентура давала точні дані.

Звернення Черчіля до Сталіна мали для нашої подальшої діяльності багато в чому справді вирішальне значення. Якби не його листи, радянська армія звитязно пройшла б по цих польських болотах і лісах, не вникаючи в те, чим тут займалися німці. А за допомогою англійців було швидко знайдено і вперше потрапило в наші руки справжні деталі ракет А-4.

(Продовження читайте в наступному числі журналу.)



Щоб заохотити обдаровану молодь до навчання на факультеті інформаційних технологій, Львівський державний інститут новітніх технологій та управління імені В'ячеслава Чорновола спільно з Головним управлінням освіти і науки Львівської обласної адміністрації упродовж лютого-квітня 2008 року проводить обласну учнівську Олімпіаду з математики та інформатики "Інформаційні технології та математика" серед школярів випускних класів загальноосвітніх навчальних закладів.

Задачі I-го рівня по 3 бали кожне:

1. Розв'яжіть рівняння: $2x - \frac{1}{5x} = 2(x - 2)$.
2. Задано текст. Складіть алгоритм підрахунку кількості речень у тексті. Вважайте, що речення закінчується одним із символів: крапкою – ".", знаком запитання – "?" або знаком оклику "!".
3. Скільки цілочисельних розв'язків має нерівність: $2x < 11$ на відріжку (8,11)?

Задачі II-го рівня по 5 балів кожне:

4. Спростіть вираз: $\left(\frac{a-b}{\sqrt{a}-\sqrt{b}} - \sqrt{a}\right)\sqrt{b}$.
5. Розв'яжіть нерівність: $\frac{4x-1}{5x} < -\frac{1}{5}$.
6. Спростіть вираз: $\frac{2\sin\alpha - \sin 2\alpha}{\cos\alpha - \cos^2\alpha}$.

7. У прямокутній системі координат задано трикутник ABC , відповідні вершини якого мають координати (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) . Запишіть алгоритм, який визначає, чи лежить задана точка з координатами (x_0, y_0) всередині трикутника чи зовні.

Задачі III-го рівня по 7 балів кожне:

8. Розв'яжіть рівняння:
$$\lg(3-x) - \frac{1}{3}\lg(27-x^3) = 0.$$
9. Знайдіть сторону ромба, якщо його діагоналі відносяться, як 3:4, а площа дорівнює 384.
10. У трапеції, площа якої дорівнює 594 м², висота 22 м, а різниця паралельних сторін дорівнює 6. Знайдіть довжину кожної з паралельних сторін.

Докладніше про Олімпіаду читайте на сайті:
www.ldi.lviv.ua



**До 140-річчя від дня народження
Марії Склодовської-Кюрі**

Дивовижна жінка, що народилася 7 листопада 1867 року в окупованій Польщі (Варшаві), яка була розірвана між двома імперіями – Російською та Австро-Угорською, Марія Склодовська змушена була виїхати навчатися до Парижа, оскільки в Російській імперії жінки здобути вищу освіту не мали змоги.

Марія Склодовська-Кюрі зробила величезний внесок у розвиток фізики та хемії та стала видатним науковцем, двічі лавреатом Нобелівської премії – з фізики (1903) і хемії (1911). Була членом понад сто наукових установ, академій, наукових товариств, зокрема була Почесним доктором Львівського університету (нині Львівський національний університет імені Івана Франка) та Львівського Політехнічного інституту (нині Національний університет "Львівська політехніка").

Марія Склодовська-Кюрі – єдина жінка, яку за особистим дорученням президента Франції Франсуа Міттерана перепоховано 1995 року серед великих французів у Пантеоні.

Докладніше про Марію Склодовську-Кюрі читайте в журналі "Світ фізики", 1997. № 2.

Збожна О. М. Іван Пулюй. Листи. – Тернопіль: Воля, 2007. – 544 с.

Іван Пулюй повертається до нас своїми думками, мріями, надіями, сподіваннями і вірою у майбутнє України, викладеними у листах.

Попри те, що жив Іван Пулюй на чужині, він пильно стежив за життям українського народу на Рідній Землі, та завжди виступав в обороні його, бо любив свій народ до останнього подиху. У своїй праці: “У справі руського університету” він писав: “...Нема більшого гонору для інтелігентного чоловіка, як берегти свою і національну честь та без нагороди вірно працювати для добра свого народу, щоб забезпечити йому красшу долю”.



Математичні олімпіади школярів України: 2001–2006 рр.:

Навч.-метод. посібник/ В. М. Лейфура, І. М. Мітельман, В. М. Радченко, В. А. Ясінський. – Львів.: Євросвіт, 2008.

Подано умови та розв’язання задач учнівських математичних олімпіад, які проводилися в Україні в 2001–2006 рр.: II–IV етапи Всеукраїнської олімпіади, відбірково-тренувальних зборів кандидатів до команди України на Міжнародні математичні олімпіади. Наведено матеріали Міжнародних математичних олімпіад 2001–2006 рр., а також відкритих олімпіад Рішельєвського лицю при Одеському національному університеті імені І. І. Мечнікова.

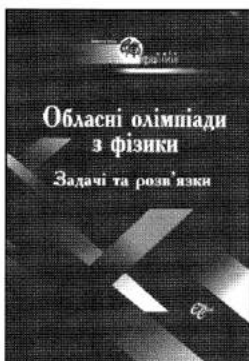
Для викладачів і учителів математики, студентів і школярів та усіх, хто цікавиться

Всеукраїнські олімпіади з фізики. Задачі та розв’язки/ За ред. Б. Кремінського. 3-ге вид. – Львів: Євросвіт, 2007.

Книжка містить умови та розв’язки Всеукраїнських олімпіад з фізики (1995–2006). У ній подано 239 задач та їхні розв’язки, подано також рисунки, графіки, коментарі. Подано орієнтовну програму IV етапу Всеукраїнських олімпіад з фізики, перелік переможців цих олімпіад за 1997–2006 роки. У додатках подано методи наближеного обчислення фізичних величин, математичні формули, таблиці фізичних величин.

Книжка рекомендується для вдосконалення навичок самостійного розв’язування задач з фізики, підготовки до олімпіад та інших творчих змагань школярів.

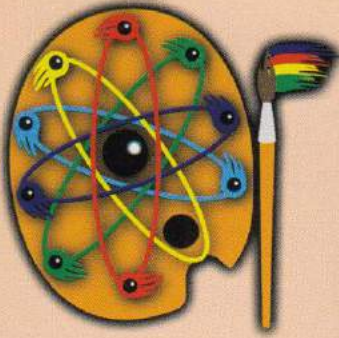
Для викладачів та учителів фізики, школярів і студентів та усіх, хто цікавиться фізикою.



В. Алексійчук, О. Гальчинський, Г. Шопя. Обласні олімпіади з фізики. Задачі та розв’язки. 2-ге вид. – Львів: Євросвіт, 2004. – 184с.

Книжка містить умови та розв’язки задач III (обласного) етапу Всеукраїнських олімпіад з фізики (1993–2004). У книжці – 240 задач та їхні розв’язки, подано також рисунки, графіки, коментарі. У додатках наведені методи наближеного обчислення фізичних величин, математичні формули, таблиці фізичних величин тощо.

Для вдосконалення навичок самостійного розв’язування задач з фізики, підготовки до олімпіад та інших творчих змагань школярів.



М. Самокиш
(1860–1944)
Бій Максима Кривоноса
з Яремою Вишневецьким,
1934

Микола Самокиш — маляр-баталіст, майстер анімалістичного жанру, графік, народився у Ніжині. Під час навчання у Петербурзькій Академії Мистецтв (1879–1885) належав до українського гуртка мистців (С. Васильківський, П. Мартинович, О. Сластьон), що ставив собі за мету відтворити історичні події і національні особливості життя й побуту українського народу. У 1886–1889 М. Самокиш навчався у Парижі. Повернувшись з-за кордону, намалював кілька картин для Тифліського воєнно-історичного музею, якими здобув ім'я баталіста. За картину «Табун на водопої» здобув звання академіка (1890). У 1894–1917 керував батальоном майстернею Петербурзької Академії Мистецтв. Від 1919 М. Самокиш жив у Криму. Від 1938 — керівник батально-історичних майстерень Харківського і Київського художніх інститутів. Помер у Симферополі. Як баталіст М. Самокиш двічі виїжджав на театр воєнних дій: під час російсько-японської війни і разом зі студентами 1915 на західний і кавказький фронти, а також намалював кілька картин на теми громадянської війни.

М. Самокиш ніколи не поривав контактів з Україною. Наприкінці 1890-х і на початку ХХ ст. часто приїжджав в Україну і брав участь у різних виставках.

У спадщині М. Самокиша — численні графічні роботи, більшість з яких на батальні сюжети, виконані акварелею, тушшю і олівцем. Художник також є автором кількох тисяч книжкових ілюстрацій.

Для творів М. Самокиша прикметна багатофігурність і динамічність композиції; його мистецька спадщина (понад 10 000 малюнків і графіки) зберігається в музеях України, Росії, у приватних колекціонерів. Про М. Самокиша створено фільм (1966).

**2007 — ювілейний для журналу "Світ фізики".
Рік цікавих несподіванок для читачів!**



РОКІВ

**Не забудьте передплатити журнал "Світ фізики"
Передплатний індекс 22577**

