

С В І Т

ФІЗИКИ

№1
2010

науково-популярний журнал

...Русини таки дождуться свого університету в Галичині, коли тільки працюватимуть даліше в науках і вірно постоють за свої права. Нема здобутків на світі без праці і жертв.

Іван Пулюй

165 років
від дня народження
Івана Пулюя

ВІДЗНАКА “ЗА ПОПУЛЯРИЗАЦІЮ ФІЗИКИ В УКРАЇНІ”

СП “Євросвіт” і журнал “Світ фізики” заснували щорічну відзнаку

“За популяризацію фізики в Україні”

для науковців, викладачів вищих навчальних
закладів, учителів та всіх, хто популяризує фізику в Україні.

Відзнаку “За популяризацію фізики в Україні” 2009 року отримав:

Вадим ЛОКТЕВ

за великий внесок у розвиток фізики, популяризацію фізики в Україні.

Вадим Михайлович ЛОКТЕВ, фізик-теоретик, академік НАН України (2003), доктор фізико-математичних наук (1983), Заслужений діяч науки і техніки України (2000), лавреат двох Державних премій України в галузі науки і техніки (1977 та 1990 рр.), премій ім. К. Д. Синельникова (1985) та ім. М. М. Боголюбова (2006) НАН України, дійсний член Європейської академії наук, мистецтв і літератури (Париж, 2001). Нині він – академік-секретар Відділення фізики і астрономії НАН України (із 2004 р.); завідувач відділу нелінійної фізики конденсованого стану Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України; завідувач кафедри загальної і теоретичної фізики НТУУ “КПІ”.



В. Локтев народився 3 травня 1945 року в м. Києві у сім’ї службовців. Закінчивши 1968 року фізичний факультет Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка, він вступив до аспірантури Інституту теоретичної фізики АН УРСР, в якому безперервно працює з 1967 року і в якому пройшов шлях від аспіранта до завідувача відділу. Кандидатську дисертацію захистив 1971 року, докторську – 1983 року, професор – з 1997 року. Того ж року його обрали членом-кореспондентом, а 2003 року – дійсним членом НАН України. Науковця нагороджено орденом князя Ярослава Мудрого V ст. (2005) та Почесною Грамотою Президії Верховної ради України (2006).

Як науковий організатор В. Локтев є членом Міжнародної консультативної ради журналу “Фізика низьких температур”, членом редколегій журналів “Доповіді НАН України” та “Вісник НАН України”, головою секції “Теорія твердого тіла” Міжвідомчої наукової ради з проблеми “Фізика твердого тіла”, заступником голови Наукової ради з фізики Міністерства освіти і науки України. У 1997–2004 роках він був головою Міжвідомчої наукової ради “Високотемпературна надпровідність”, у 1997–2003 роках організатором і постійним головуючим на наукових сесіях ВФА НАН України, а у 2004 році його обрали академіком-секретарем ВФА, членом Президії НАН України.

Упродовж 15 років, з 1982 року, викладав на фізичному і радіофізичному факультетах Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, а 1997 року обрано (на засадах сумісництва) завідувачем кафедри загальної і теоретичної фізики ФМФ НТУУ “КПІ”, де читає спецкурси з сучасних проблем фізики. Вадим Локтев є автором понад 250 наукових праць.

Будучи одним з найавторитетніших представників всесвітньо відомої теоретичної школи академіка НАН України О. С. Давидова, В. Локтев сформувався під впливом свого вчителя і став відомим фахівцем у теорії твердого тіла, а саме: оптики, фізики магнетних явищ, теорії неупорядкованих середовищ, надпровідності.



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:

Ігор Анісімов

Михайло Бродин

Петро Голод

Семен Гончаренко

Ярослав Довгий

Іван Климишин

Юрій Ключковський

Богдан Лукіянець

Олег Орлянський

Максим Стріха

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

Світова наукова громадськість 2010 року відзначатиме 50 років від дня створення першого лазера, одного з найреволюційніших винаходів сучасності.

У 1960 році американський учений Теодор Мейман продемонстрував перший працюючий лазер.

Нині отримано генерацію на понад 1000 об'єктах: кристалах, активованому склі, рідинах, напівпровідниках, плазмах, газах, хемічних реакціях, ударних хвилях тощо.

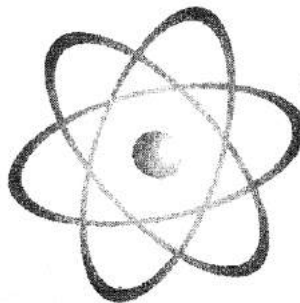
На базі наукових досліджень з'явився новий напрям у фізиці – квантова електроніка.

Лазери класифікують на:

твердотільні; напівпровідникові; рідинні; газові на атомних переходах; на йонних переходах; молекулярні; фотодисоціаційні; електройонізаційні; газодинамічні; хемічні; плазменні; ексимерні; лазери на вільних електронах; рентгенівські лазери; гамма-лазери; лазери з перебудовою довжини хвилі; комбінаційні лазери; лазери на вільних електронах.

Лазер має велике майбутнє.

Лазер, що генерує інтенсивні та потужні промені світла, є компонентом безлічі пристроїв, які ми використовуємо щодня – від DVD-програвачів до сканерів у супермаркетах і оптоволоконних кабелях, через які передається інформація в Інтернеті. Його планують використовувати для розгортання білків і нуклеосинтезу.



*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

Криницький Ю., Ровенчак А. Розвиток ідеї комплексного числа: від Декарта до Рімана

3

2. Фізика України

Проскура О. Олександр Гольдман – видатний учений, засновник Інституту фізики АН України

10

3. Олімпіади, турніри...

Орлянський Олег. Додавання швидкостей і розширення Всесвіту

30

Умови задач III (Обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (Львів, 2010)

36

Розв'язки задач III (Обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (8–9 класи)

40

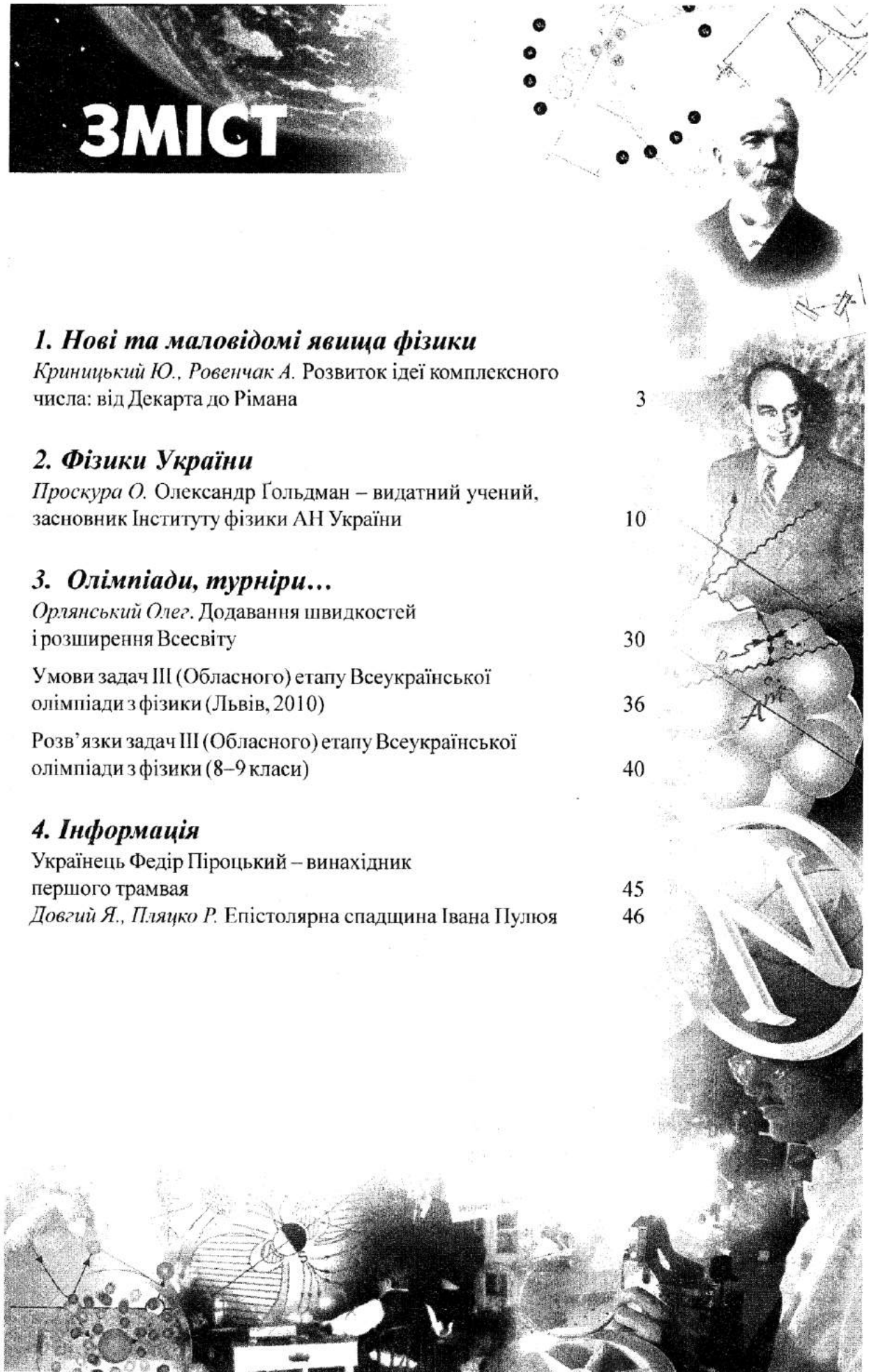
4. Інформація

Українець Федір Піроцький – винахідник першого трамвая

45

Довгий Я., Пляцко Р. Епістолярна спадщина Івана Пулюя

46





РОЗВИТОК ІДЕЇ КОМПЛЕКСНОГО ЧИСЛА: ВІД ДЕКАРТА ДО РІМАНА

Юрій Криницький, Андрій Ровенчак,

кафедра теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка

У першій частині “Історія виникнення комплексних чисел” (читайте в журналі “Світ фізики”, 2009. – № 3. – С. 3–9) було висвітлено зародження ідеї комплексного числа і перші спроби операцій з ними в XVI ст., пов’язані насамперед з іменами Джероламо Кардано й Рафаеля Бомбеллі. Пропонуємо читачам короткий огляд подальшого розвитку поняття комплексного числа та його застосувань.

XVII–XVIII сторіччя

Від часу першої появи в наукових працях комплексних чисел *per se*, яку найвірогідніше завдячуємо Рафаелеві Бомбеллі [1, р. 18–25], пройшло ще понад два сторіччя, доки уявні та комплексні числа стали звичним інструментом для математиків. Саме означення “уявний” (*imaginarius*) належить Рене Декартові (Rene Descartes), який у праці *Geometria* називав так “неправильні” (недійсні) корені рівняння [2, р. 76] (рис. 1), тобто ті числа, які ми тепер називаємо комплексними.



Рене Декарт [3]
(31. III. 1596–11. II. 1650)

Quid radices, tam vera quam falsa, possint esse reales, vel imaginariae.
Ceterum radices tam verae quam falsae non semper sunt reales, sed aliquando tantum imaginariae: hoc est, semper quidem in qualibet Aequatione tot radices quot dixi, imaginari licet; verum nulla interdum est quantitas, quae illis, quas imaginamur, respondet. Quemadmodum, tametsi tres imaginari possimus in hac, $x^3 - 6xx + 13x - 10 = 0$; tamen una tantum est realis, nempe 2; & quod ad reliquas duas attinet, quamvis illae augeantur, diminuantur, aut multiplicentur, sicut jam exprobi; tamen non nisi imaginariae fieri possunt.

Рис. 1. Розділ, у якому Декарт пише про уявні числа.

Він розглядає рівняння $x^3 - 6x^2 + 13x - 10 = 0$. Знак, що нагадує розірвану зліва ∞ , відповідає сучасному “=”. Варто зазначити, що позначення ∞ для нескінченності ввів Джон Валліс, про якого йтиметься в наступному розділі

У XVII–XVIII сторіччях з уявними числами намагалися працювати зокрема Йоган Бернуллі I (Johann Bernoulli I) і Готтфрід Вільгельм Ляйбніц (Gottfried Wilhelm Leibniz). Бернуллі отримав зв’язок між арктангенсом і

логарифмом, інтегруючи вираз типу $\frac{1}{x^2 + a^2}$ з одного боку безпосередньо, а з іншого – за допомогою розкладу на прості дроби [4, 5].



Йоган Бернуллі I
(27.VII.1667–1.I.1748)



Готтфрід Вільгельм Ляйбніц
(1.VII(21.VI за ст. ст.). 1646–14.XI.1716)

Ляйбніц, намагаючись створити загальну теорію розв'язування алгебраїчних рівнянь, також застосовував уявні числа [6]. Наприклад, він показав, що

$$\sqrt{1+\sqrt{-3}} + \sqrt{1-\sqrt{-3}} = \sqrt{6}.$$

Йому ж належить розклад на лінійні множники виразу $x^4 + a^4$:

$$x^4 + a^4 = (x + a\sqrt{-\sqrt{-1}})(x - a\sqrt{-\sqrt{-1}}) \times \\ \times (x + a\sqrt{\sqrt{-1}})(x - a\sqrt{\sqrt{-1}}),$$

опублікований 1702 року в журналі *Acta Eruditorum* [7, р. 223–225]. Однак, слід зауважити, що Ляйбніц вважав $\sqrt{\sqrt{-1}}$ числом нового типу.

Хибність цього твердження показав 1739 року французький математик Абрам Муавр (Abraham de Moivre) [7, р. 225], з іменем якого ми традиційно пов'язуємо формулу для степенів комплексних чисел. Цікаво, що в працях Муавра явно вона не фігурує, але трапляються різні споріднені вирази, наприклад, такий (1707 р., [8, р. 83] – зрозуміло, що тут використано сучасні позначення):

$$\cos \varphi = \frac{1}{2}(\cos n\varphi + i \sin n\varphi)^{1/n} + \\ + \frac{1}{2}(\cos n\varphi - i \sin n\varphi)^{1/n}$$

та деякі інші [9].



Абрам Муавр
(26.V.1667–27.XI.1754)

Багато особливо важливих результатів, щодо комплексних чисел, отримав **Леонард Ейлер** (Leonhard Paul Euler). Скажімо, у листі від 18.X.1740 до свого вчителя, Йогана Бернуллі, він зазначає, що розв'язок рівняння

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + y = 0, \quad y(0) = 2, \quad y'(0) = 0$$

можна подати і як $2 \cos x$, і як $e^{-x\sqrt{-1}}$ [10]. Формули, що пов'язують тригонометричні функції з експонентою, опубліковані 1748 року [11, р. 104], див. рис. 2. Цікаво, що у цій же праці на стор. 90 введено позначення e для основи натурального логарифма.



Леонард Ейлер
(15.IV.1707–18(7 за ст. ст.). IX.1783)

precedente vidimus esse $(1 + \frac{z}{i})^i = e^z$, denotante z basin
Logarithmorum hyperbolicorum: scripto ergo pro z partim
 $+v\sqrt{-1}$ partim $-v\sqrt{-1}$ erit $\cos. v =$
 $\frac{e^{+v\sqrt{-1}} + e^{-v\sqrt{-1}}}{2}$ & $\sin. v = \frac{e^{+v\sqrt{-1}} - e^{-v\sqrt{-1}}}{2\sqrt{-1}}$.
Ex quibus intelligitur quomodo quantitates exponentiales ima-
ginarie ad Sinus & Cosinus Arcuum realium reducantur. Erit
vtro $e^{+v\sqrt{-1}} = \cos. v + \sqrt{-1} \sin. v$ & $e^{-v\sqrt{-1}} =$
 $\cos. v - \sqrt{-1} \sin. v$.

Рис. 2. Фрагмент сторінки з праці Ейлера
Introduction in analysin infinitorum

Варто зазначити, що Ейлер не був відкри-
вачем цих формул, принаймні англійський
математик Роджер Коутс (Roger Cotes,
10.VII.1682–5.VI.1716) ще 1714 року знав та-
кий зв'язок [12]:

$$\ln(\cos \varphi + i \sin \varphi) = i\varphi.$$

Ейлер є також автором позначення i для
уявної одиниці, яке він уперше використав
1777 року (друком ця праця вийшла 1794 [13],
див. рис. 3).

Вважають [12], що загальноприйнятим це
позначення стало завдяки Карлові Фрідріхові
Гауссу (Carl Friedrich Gauß), який вжив його у

своїй праці *Disquisitiones arithmeticae* [14], див.
рис. 4. Таке твердження можна прийняти із
застереженнями. Можливо, насамперед по-
пулярним воно стало серед німецьких мате-
матиків. Принаймні у Франції і Британії що-
найменше до 1820–1830-их років зберігалося
позначення $\sqrt{-1}$.

184 SUPPLEMENTUM IV.
semper per logarithmos et arcus circulares integrari posse, id quod
a casibus simplicioribus inchoando in sequentibus problematibus osten-
dere constitui

Problema 1.

§. 2. Proposita formula differentiali $\frac{\partial \cos. \Phi}{\partial \cos. \pi \Phi}$, ejus in-
tegrale per logarithmos et arcus circulares investigare.

Solutio.

Quoniam mihi quidem alia adhuc via non patet istud prae-
standi, nisi per imaginaria procedendo, formulam $\sqrt{-1}$ littera
 i in posterum designabo, ita ut sit $ii = -1$, ideoque $\frac{1}{i} = -i$.
Jam ante omnia in numeratore nostrae formulae loco $\cos. \Phi$ has
duas partes substituamus
 $\frac{1}{2}(\cos. \Phi + i \sin. \Phi) + \frac{1}{2}(\cos. \Phi - i \sin. \Phi)$.

Рис. 3. Фрагмент сторінки з праці Ейлера
Institutionum calculi integralis



Карл Фрідріх Гаусс
(30.IV.1777–23.II.1855)

Гауссові також належить сам термін “комп-
лексне число” (numerus complexus), який він
запровадив 1832 року [12].



DISQUISITIONES
ARITHMETICAE

AUCTOR
D. CAROLO FRIDERICO GAUSS

LIPSIÆ
IN COMMISSIS APOD. GERM. FLIZSCHEN. TAB.
1801.

— 596 —

$\frac{2^p}{n} \dots \frac{m^p}{n}$. Viteriores reductiones harum aequationum, pro eo quidem casu vbi n est numerus primus, hactenus non habebantur.

Attamen nulla harum aequationum tam tractabilis et ad institutum nostrum tam idonea est, quam haec $x^n - 1 = 0$, cuius radices cum radicibus illarum artissime connexas esse constat. Scilicet, scribendo breuitatis caussa i pro quantitate imaginaria $\sqrt{-1}$, radices aequationis $x^n - 1 = 0$ exhibentur per $\cos \frac{kP}{n} + i \sin \frac{kP}{n} = r$, vbi pro k accipiendi sunt omnes numeri $0, 1, 2, \dots, n-1$. Quocirca quum sit $\frac{1}{2} = \cos \frac{kP}{n} - i \sin \frac{kP}{n}$, radices aequationis I exhibentur per $\frac{1}{2}(r - \frac{1}{r})$ sine per $\frac{r(r-rr)}{2r}$; radices aequationis II per $\frac{1}{2}(r + \frac{1}{r}) = \frac{1+rr}{2r}$; denique radices aequationis III per $\frac{i(1-rr)}{1+rr}$. Hanc ob causam disquisitionem considerationi aequationis $x^n - 1 = 0$ superstruimus, ipsum n esse numerum primum impetum supponendo. Ne ve-

Рис. 4. Сторінки з праці Гаусса *Disquisitiones arithmeticae*

Геометрична інтерпретація комплексних чисел

Перші відомі спроби геометричної інтерпретації комплексних чисел належать англійському математикові Джонові Валлісу (John Wallis). Цей учений уперше ввів від'ємні абсциси [15], надавши змісту різним напрям-

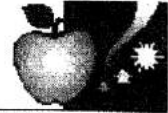
кам числової осі. У праці *A Treatise of Algebra* (1685), фактично узагальнюючи цю ідею й намагаючись дати інтерпретацію від'ємної площі, він дуже близько підійшов до ідеї виходу за межі дійсної осі [12]. Ще раніше, 1673 року, Валліс робив спроби розв'язувати квадратні рівняння з від'ємним дискримінантом за допомогою геометричних побудов [16]. На жаль, ці потуги не були вдалими.



Джон Валліс
(23.XI.1616–28.X.1703)

Правдоподібно, автором першої успішної спроби геометричної інтерпретації комплексних чисел був норвежець Каспар Вессель (Caspar Wessel, 8.VI.1745–25.III.1818), земельний інспектор, який 1797 року зробив перед Данською Королівською Академією доповідь "Про аналітичне зображення напрямків...", що була згодом опублікована у часописі Академії (данською мовою): "Om Directionens analytiske Betegning, et Forsøg, anvendt fornemmelig til plane og sphæriske Polygoners Opløsning" [17]. Крім власне геометричного зображення, у цій праці встановлено відому відповідність між арифметичними операціями над комплексними числами і поворотами площини.

Цікаво зазначити, що для позначення Вессель використовував літеру ϵ ? (див. рис. 5).



bliver saa stor, som Summen af Factorernes Directions-vinkler.

§ 5.

Lad + 1 betegne den positive retlinede Unitet, og + s en vis anden Unitet, der er perpendicular paa den positive, og har samme Begyndelsespunct: saa er Directions-vinkelen af + 1 = 0, af - 1 = 180°, af + s = 90°, af - s = - 90° eller 270°; og i Følge den Regel, at Productets Directions-vinkel er Summen af Factorernes, bliver (+ 1) · (+ 1) = + 1, (+ 1) · (- 1) = - 1, (- 1) · (- 1) = + 1, (+ 1) · (+ s) = + s, (+ 1) · (- s) = - s, (- 1) · (+ s) = - s, (- 1) · (- s) = + s, (+ s) · (+ s) = - 1, (+ s) · (- s) = + 1, (- s) · (- s) = - 1.

Hvorfra sees at s bliver = $\sqrt{-1}$, og Productets Afvigning bestemmes saaledes, at ei en eneste af de almindelige Operationsregler overtrædes.

Рис. 5. Сторінка з праці Весселя, де фактично введено комплексну площину

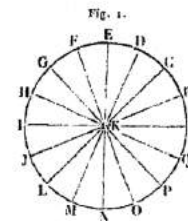
Незалежно від Весселя до аналогічних висновків прийшов 1806 року швайцарець **Жан-Робер Арган** (Jean-Robert Argand, 18.VII.1768–13.VIII.1822), також непрофесійний математик (див. рис. 6).

Близько 1800 року Гаусс також розвинув ідею зображення комплексного числа на площині, однак ці результати він тоді не опублікував [12].

Взагалі кажучи, дивно, що до геометричної інтерпретації не прийшов Ейлер, маючи фактично готові формули. Ймовірно, у нього не виникало такої потреби.



tion à laquelle il s'agit de satisfaire sera remplie par la ligne KE, perpendiculaire aux précédentes et considérée



comme ayant sa direction de K en E, et qu'on exprimera également par \overline{KE} . En effet, la direction de \overline{KA} est, à l'égard de la direction de \overline{KE} , ce que cette dernière est à l'égard de la direction de \overline{KI} . De plus, on voit que cette même condition est aussi bien remplie par \overline{KN} que par \overline{KE} , ces deux dernières quantités étant entre elles comme +1 et -1, ainsi que cela doit être. Elles sont donc ce qu'on exprime ordinairement par $+\sqrt{-1}$, $-\sqrt{-1}$.

Рис. 6. Сторінки з праці Аргана [18]

Створення теорії функцій комплексної змінної

Французький математик **Жан ле Рон д'Аламбер** (Jean le Rond d'Alembert) був одним із перших, хто фактично започаткував дослідження функцій комплексної змінної і дослідив умови, за яких функція є аналітичною [19]. За раз ці умови відомі як умови д'Аламбера-Ейлера-Коші-Рімана, або просто Коші-Рімана.



Жан ле Рон д'Аламбер (16.XI.1717–29.X.1783)



*Огюстен Луї Коші
(21.VIII.1789–23.V.1857)*

Огюстен Луї Коші (Augustin Louis Cauchy) дуже глибоко розвинув теорію функцій комплексної змінної [20]. Інтегралом Коші називають інтегральне зображення аналітичної функції, він є автором теорії лишків та ін. Коші, зокрема, належить термін “спряжені” (conjuguees) на позначення пари чисел $\alpha + i\beta$, $\alpha - i\beta$ [21, р. 158].

У дисертації німецького математика **Георга Фрідріха Бернгарда Рімана** (Georg Friedrich Bernhard Riemann) “Grundlagen für eine allgemeine Theorie der Functionen einer veränderlichen complexen Grösse” (“Основи загальної теорії функцій однієї комплексної змінної”, 1851) [22] послідовно викладено теорію аналітичних функцій з геометричного погляду, введено поняття, відоме як “ріманова поверхня”.



*Георг Фрідріх Бернгард Ріман
(17.IX.1826–20.VII.1866)*

Імена Коші та Рімана фактично символізують початок нового розділу математики комплексних чисел – комплексного аналізу. Для завершення ж попереднього варто згадати ірландського математика **Вільяма Рована Гамільтона** (Sir William Rowan Hamilton), який аксіоматизував комплексні числа, розглядаючи їх як упорядковані пари дійсних чисел, так звані “алгебраїчні пари” (algebraic couples). Доповідь на цю тему він виголосив перед Ірландською Королівською Академією 4 листопада 1833 року [23]. Розвиваючи свої ідеї, Гамільтон побудував гіперкомплексні числа – кватерніони.



*Вільям Рован Гамільтон
(4.VIII.1805–2.IX.1865)*

Завершення

Споглядаючи цей короткий огляд розвитку уявлень про комплексні числа, ми можемо зробити деякі цікаві висновки.

Насамперед, комплексні числа виникли не через бажання раних математиків уміти виконувати математичні дії (а саме добувати квадратний корінь) над будь-якими числами (включно із від’ємними) просто, щоб уміти. Насправді, вони фактично були змушені навчитися це робити через “незвідний випадок”, який виникав у цілком реальних задачах.

По-друге, відсутність такої потреби в інших задачах не стимулювала вчених продовжувати швидко розвивати теорію комплексних чисел, адже від Кардано і Бомбеллі до Ейлера пройшло 200 років!



Наприкінці скажемо, що середньовічні математики не мали за звичку вивчати властивості таких абстракцій, якими, без сумніву, були комплексні числа. Мабуть, якби подібні об'єкти виникли у наш час, на створення їхньої загальної теорії довелося б чекати лише кільканадцять років.

Література

- [1] P. J. Nahin. *An imaginary tale: the story of $\sqrt{-1}$* // Princeton University Press, 1998.
- [2] R. Des Cartes. *Geometria*. – Amstelædami, 1659; <http://gallica.bnf.fr>
- [3] J. J. O'Connor, E. F. Robertson. *The MacTutor History of Mathematics archive*; <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk> (2007). Тут і далі саме за цим джерелом наводимо біографічні дані вчених, а також їхні портрети.
- [4] F. Cajori// Am. Math. Mon., 1913. – **20**. – No. 2. – 35 S.
- [5] G. A. Miller// Natl. Math. Mag., 1943. – **17**. – 212 S.
- [6] R. B. McClenon// Amer. Math. Mon., 1923. – **30**. – 369 S.
- [7] R. Laubenbacher, D. Pengelley. *Mathematical Expeditions: Chronicles by the Explorers*. – Springer, 2000.
- [8] E. Maor. *Trigonometric delights*. – Princeton University Press, 2002.
- [9] D. R. Bellhouse, Ch. Genest// Statistical Science, 2007. – **22**. – 109 S.
- [10] L. Douglas. *The history and utility of complex numbers*; <http://faculty.college-prep.org/~lew/talks/Complex%20Numbers.pdf> (2001).
- [11] L. Eulero. *Introductio in analysin infinitorum. Tomus primus*. – Bousquet: Lausannæ, 1748. <http://math.dartmouth.edu/~euler/>
- [12] D. R. Green, Math.// Gazette **60**, 99, 1976.
- [13] L. Eulero, *Institutionum calculi integralis. Vol. IV*. – Petropoli: Academiae Imperialis Scientiarum, 1794. <http://math.dartmouth.edu/~euler/>
- [14] C. F. Gauss. *Disquisitiones arithmeticae*. – Lipsie, 1801. <http://gallica.bnf.fr>
- [15] А. И. Бородин, А. С. Бугай. *Биографический словарь деятелей в области математики*. – Київ: Радянська школа, 1979.
- [16] F. Cajori// Am. Math. Mon., 1912. – **19**. – No. 10/11, P. 167–171.
- [17] C. Wessel. Nye Samling af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 1799. – **5**. 469 P.; Archiv for Matematik og Naturvidenskab, 1895. – **18**. – 5 P.
- [18] J.–R. Argand. *Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires dans les constructions géométriques*. – Paris, 1806. <http://gallica.bnf.fr>
- [19] D'Alembert. *Essai d'une nouvelle theorie de la résistance des fluides*. – Paris, 1752. <http://gallica.bnf.fr>
- [20] F. Smithies. *Cauchy and the Creation of Complex Function Theory*. – Cambridge University Press, 1997.
- [21] A.–L. Cauchy. *Cours d'analyse de l'École royale polytechnique. 1^{re} partie. Analyse algébrique*. – Paris: Imprimerie royale, 1821. <http://gallica.bnf.fr>
- [22] B. Riemann, Ph. D. Thesis. – Gottingen, 1851. <http://www.emis.de/classics/Riemann/> <http://www.maths.tcd.ie/pub/HistMath/People/Riemann/Grund/>
- [23] W. R. Hamilton// Trans. Royal Irish Acad., 1837. – **17**. – P. 293–422. <http://www.maths.tcd.ie/pub/HistMath/People/Hamilton/PureTime/>



До 125-річчя від дня народження
Олександра Гольдмана

ОЛЕКСАНДР ГОЛЬДМАН – ВИДАТНИЙ УЧЕНИЙ, ЗАСНОВНИК ІНСТИТУТУ ФІЗИКИ АН УКРАЇНИ¹

Олександр Проскура,

кандидат фізико-математичних наук (Берлін, Німеччина)



*Олександр Генріхович Гольдман
у своєму кабінеті (світлина
Олександра Проскура)*

Коли мова заходить про фізику ХХ століття, одразу в пам'яті постають такі імена, як А. Айнштейн, М. Планк, Н. Бор, В. Гайзенберг, Л. Ландау, А. Сахаров, С. Гокінг... Тут же мова йтиме про вченого-фізика, ім'я якого навіть в Україні до недавніх часів було відоме лише у вузькому колі фахівців. Однак маємо усі підстави стверджувати, що за інших обставин цьому імені також могли б відповідати епітети найвищого ґатунку. І це справді так, хоча, як відомо, історія не визнає умовного способу.

У своєму досить тривалому і багатостраждальному житті академік АН УРСР Олександр Генріхович Гольдман не встиг зробити багато з того, на що йому було даровано Всевишнім велику міру, а можливо й понад міру таланту, працьовитості та совісті. Але й того, що він встиг зробити, достатньо для збереження його внеску у фізиці та її історії і вдячної пам'яті нових генерацій науковців [1]. І на цьому при-

кладі ті, хто цікавиться історією науки, зможуть переконатись у тому, що навіть у страшні роки "безупинної і виснажливої для духу боротьби з провінціалізмом, боротьби, в якій здебільшого марнувалися наші генії, ... ми все ж здобулися на власну, і то незгіршу, культуру – от тільки біда, що нікому не знану, зокрема й нам самим" [2].

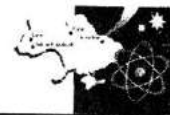
Доктор філософії Ляйпцізького університету та дійсний член АН УРСР професор Олександр Генріхович Гольдман був видатним фізиком та організатором української науки. В Україні він першим розпочав дослідження з фізики напівпровідників.

Він першим розпочав дослідження з фізики напівпровідників. Він сам знаходив дорогу до відкриттів та, створюючи відповідні умови для навчання своїх учнів – студентів, аспірантів, молодих співпрацівників, умів готувати ґрунт для нових наукових відкриттів.

Академік О. Гольдман був організатором і першим директором Інституту фізики та редактором першого в Україні фізичного журналу.

Опис життєвого і наукового шляху Олександра Гольдмана подано на підставі аналізу документів архіву Президії НАН України, Центрального Державного Архіву Громадських Об'єднань України, архіву Ляйпцізького університету та матеріалів з особистого архіву О. Гольдмана, що зберігались у його доньки Зінаїди Олександрівни Шиліної до їх передачі до архіву м. Києва, а також публікацій дослідників, серед яких і учні вченого.

¹Із книжки Олександр Проскура. *Осяяні світлом науки. Нариси з історії фізики.* – Львів: Євросвіт, 2009. – 416 с.



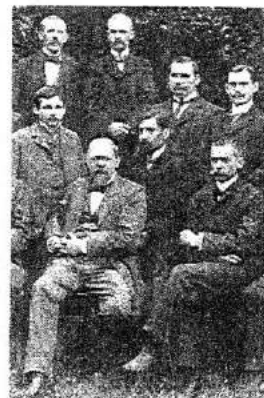
О. Гольдман народився у Варшаві 3.02.1884 року в родині дипломованого лікаря Генріха Гольдмана та його дружини Зінаїди, в дівочтві Борухін. На той час Варшава входила до складу Російської імперії.

Початкову освіту О. Гольдман отримав удома. Його батьки 1891 року переїхали в Україну, до Києва, і восени 1892 року він вступив до 1-ої Київської гімназії, виховання та навчання, в якій завершив 1901 року з атестатом зрілості та відзнаками – золотою медаллю та книжкою Гомера “Ілліада”. Восени 1901 року О. Гольдман розпочав свої студії в Імператорському університеті Св. Володимира в Києві на математичному відділенні фізико-математичного факультету. Тут він слухав лекції та відвідував заняття математиків Букреєва і Граве, фізиків де Метца, Косоногова, Михайленка і Сусллова, а також психолога Челпанова.

Весною 1905 року О. Гольдман одержав у Київському університеті тимчасову відпустку для навчання в Німеччині й був зарахований студентом Ляйпцізького університету, де вирішив присвятити себе фізичній науці. Його вчителями у Ляйпцігу були Бекман, Бйофгер, Дамс, де Кудр, Фреденгафен, Гаусдорф, Гйольдер, Маркс, Шоль, Вінер. У Ляйпцізі О. Гольдман зацікавився фізичною хемією і вчився також у Нобелівського лавреата В. Оствальда.

Важливо зазначити, що на початку ХХ сторіччя Німеччина була визнаним у світі центром розвитку багатьох галузей науки, зокрема математики й фізики. Отже, О. Гольдман отримав змогу від самого початку свого становлення як фізика-дослідника оволодіти професією у найсприятливіших умовах. Молодий, здібний, працьовитий і відповідальний науковець повною мірою користався цими можливостями.

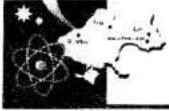
Під час зимового семестру 1905–1906 років О. Гольдман розпочав у Фізичному інституті Ляйпцізького університету фундаментальне експериментальне дослідження, яке було завершено і 1908 року захищено як докторська



О. Гольдман (праворуч нагорі) з колегами (невстановлені) у Ляйпцізькому університеті (1904). Світлина з архіву Ляйпцізького університету

дисертація за темою: “Фотоелектричні дослідження комірок з розчинами фарб”. Дисертація отримала добрі відгуки професорів Отто Вінера та Теодора де Кудра та отримала на захисті оцінку “egregia” (видатна), того ж року її було опубліковано у відомому та авторитетному часописі “Annalen der Physik” [5].

Своїм дисертаційним дослідженням та наступними опублікованими працями про природу ефекту Бекерреля О. Гольдман заклав підвалини сучасних уявлень про фотогальванічні явища [3–7]. Ефект Бекерреля був відомим з 1839 року. Історично це перше фізичне явище, в якому було одержано різницю електричних потенціалів між двома металевими електродами, один з яких освітлювався, коли вони обидва були занурені в електроліт. Успіх О. Гольдмана у з’ясуванні природи ефекту Бекерреля був зумовлений тим, що дослідник розробив оригінальну методику дослідження: на відміну від інших, він вивчав не фото електро-рушійну силу, а фотострум, і так експериментально показав, що ефект Бекерреля певною мірою є аналогом зовнішнього фотоефекта, який відкрив Г. Герц. Дослідження Бекеррель-ефекта О. Гольдманом вважається класичним, на його результати науковці посилались упродовж кількох десятиліть. До того ж, набутий під час цих досліджень досвід виявився для О. Гольдмана корисним згодом з



переходом до вивчення та розробки під його керуванням твердотільних фотоелементів в УРСР.

Варто зазначити, що результати низки досліджень, які особисто виконав О. Гольдман спільно з колегами у Ляйпцігу, була опублікована, починаючи від 1908 року, у часописі "Annalen der Physik" [3, 4, 6, 7], у тому ж часописі, де 1905 року були опубліковані дві праці А. Айнштейна, за які він згодом отримав Нобелівську премію і на підставі яких 1905 рік було названо у науці диво-роком – *Annus mirabilis*.

Після успішного завершення студій у Київському та Ляйпцізькому університетах О. Гольдман не мав змоги працювати за фахом у російській державі з причини свого єврейського походження. Щоб отримати роботу, він перейшов з юдейської конфесії до християнського протестантизму, однак для царських чиновників така зміна не мала значення, оскільки відповідно до законодавчих актів тих часів людям єврейського походження не можна було працювати в університетах. Отже, О. Гольдман був змушений 1911 року залишити Київ і на запрошення професора Отто Вінера переїхав до Ляйпцігу, де обійняв посаду асистента в університеті, і де вже були добре відомі його творчі можливості.

Досліджуючи барвник еозин, О. Гольдман встановив, що величина фотоструму, яка є еквівалентною до кількості звільнених під дією світла електронів, та кількість барвника, розкладеного дією світла, є пропорційними до величини поглинутої барвником світлової енергії. О. Гольдман також сформулював припущення про те, що дія світла концентрується на молекулах барвника. Отже, О. Гольдман 1908 року наблизився до сучасного квантового формулювання закону фотохімічної еквівалентності, яке запропонував 1908 року Й. Штарк, і 1912 року з позицій термодинаміки обґрунтував А. Айнштейн. О. Гольдман показав, що ефект Беккереля можна розглядати як аналог зовнішнього фотоелектричного ефекту і пояс-

нив його відповідно до гіпотези світлових квантів А. Айнштейна, який історичного для розвитку фізичної науки 1905 "диво-року" ("annus mirabilis") обґрунтував гіпотезу квантів для з'ясування природи зовнішнього фотоелектричного ефекту.

На цей час О. Гольдман відкрив явище фотополяризації діелектриків і на прикладі полікристалічної сірки дослідив і пояснив умови запису, зберігання та стирання інформації в діелектриках. З часом явище фотополяризації діелектриків після робіт Г. Наджакова, віцепрезидента Болгарської академії наук, та К. Карлсона, який зумів цією проблемою зацікавити фірму "Ксерокс", стало базовим для ксерографії.

Після початку Першої світової війни, 1914 року О. Гольдман, як громадянин ворожої до Німеччини держави, був змушений залишити Ляйпціг. Він виїхав через Скандинавію до Росії й деякий час працював у Петрограді в Палаті мір та ваги, де розробляв російський еталон одиниці сили електричного струму – ампера, та деякий час працював викладачем у Політехнічному інституті.

О. Гольдман 1918 року повернувся до Києва. Після Жовтневої революції ситуація в Україні та Росії була дуже непевною і хаотичною. Розпочалась громадянська війна. Батько О. Гольдмана був убитий якимись бандитами в Лебедині просто в своєму лікарському кабінеті. О. Гольдман хотів переїхати з Києва до Петрограда, де у нього була робота, однак не зміг цього здійснити з причин громадянської війни та транспортних проблем і залишився у Києві, де розпочав активну наукову та організаційну діяльність.

У Києві О. Гольдман продовжив дослідження фотополяризації твердих діелектриків та напівпровідників і 1921 року доповів про одержані результати на київській 2-ій Конференції Асоціації російських фізиків. Дослідженнями фотополяризації О. Гольдмана в Україні були закладені фізичні основи ксерографії.



*Олександр Гольдман
(Ляйтціг, 1914 р.)*

Післяреволюційній Україні бракувало дипломованих фахівців, тому О. Гольдман буквально поринув у розв'язання проблеми підготовки кадрів, викладаючи фізику в декількох київських інститутах та співпрацюючи з керівними освітніми установами. Водночас, він наполегливо організовував наукові фізичні дослідження, залучав талановиту молодь до наукових пошуків і готував її до дослідницької роботи, і до педагогічної праці у вищій школі – що на той час було завданням державної ваги.

О. Гольдман 1921 року отримав кафедру фізики в Київському Політехнічному інституті та організував при ній Фізичну науководослідну лабораторію. Першими аспірантами О. Гольдмана, які розпочинали свій науковий шлях у цій лабораторії, були Л. Я. Штрум, П. Гартаковський, В. Е. Лашкар'ов, В. П. Линник, С. Д. Герцрикен, Д. Н. Наследов, Ю. Юницький та інші. При лабораторії регулярно працював міський науковий семінар з фізики ("фізичні бесіди"), у якому брали участь викладачі та студенти київських вищих навчальних закладів, на засіданні семінару доповідали про виконані у лабораторії дослідження та обговорювали реферативні доповіді з актуальних проблем фізики. У цій лабораторії пройшли добру школу експериментальної фізики і виконали свої перші дослідження молоді науковці, багато з них згодом стали видатними фізиками. Під час "фізичних бесід" у ході творчої дискусії визначались напрями подальших дослід-

жень та формувались спільні погляди на тогочасний стан фізики. Вперше за роки радянської влади було відтворено наукову атмосферу та сприятливі для наукової роботи умови. Проходячи різні етапи розвитку, Фізична лабораторія 1929 року переросла в Інститут фізики, нині – Інститут фізики НАНУ. О. Гольдман був фундатором Інституту фізики та його першим директором. За його безпосередньої участі в Інституті фізики були здійснені оригінальні фотоелектричні дослідження та на їхній підставі розроблені кращі в СРСР напівпровідникові приймачі світла – фотоелементи. Для різних потреб їх при Інституті фізики до 1970 року було виготовлено понад 250 000.

Саме під керуванням О. Гольдмана Інститут фізики закладався як інститут багатопрофільний, з якого з часом виокремилась низка фізичних спеціалізованих інститутів у системі Академії наук.

На чільне місце О. Гольдман поставив дослідження напівпровідників. Персонально він провадив дослідження і розробку твердотільних фотоелементів на базі сірчистого срібла. Найближчим помічником О. Гольдмана у цій роботі був заступник директора інституту професор В. Бернацький. О. Гольдман із своїми співпрацівниками вивчав явища випрямлення у напівпровідникових системах, явища на контакті метал – напівпровідник, закономірності вентильного фото ефекту, розширює коло досліджуваних речовин. З останніх найперспективнішим виявилось сірчисте срібло, що дало змогу одержати вдосконалені пізніше вентильні фотоелементи з добрими параметрами. Одночасно розробку фотоелементів на базі сірчистого талію у Ленінградському Фізико-технічному інституті здійснювали академік А. Йоффе та проф. Б. Коломієць. Українські фотоелементи мали на той час найкращі показники в СРСР, тому згодом після залучення до цієї роботи академіка В. Лашкар'ова саме тут виконувались замовлення вітчизняних та іноземних клієнтів.



О. Гольдмана 1929 року було обрано до АН УРСР. Його обрали також членом Президії АН УРСР і він став академіком-секретарем відділення математики та природознавства. З нагоди цього обрання академік Д. О. Граве опублікував свої міркування та висновки щодо науково-педагогічної та організаційної діяльності О. Гольдмана. Він наголосив на тому, що всі кадри молодих наукових працівників і викладачів фізики в Києві є результатом напруженої роботи О. Гольдмана [10]. До цієї оцінки можна додати, що значна кількість вихованців наукової школи О. Гольдмана виїздила в пошуках сприятливіших умов праці до Російської Федерації, де після революції було створено нові потужні науково-дослідні інститути та збережено статус університетів. Згодом один з учнів Гольдмана академік Б. М. Вул у Москві розповідав авторові цієї роботи про ту повагу, з якою він та його колеги згадують свого київського вчителя.

За умов тоталітаризму О. Гольдман залишався науковцем з чесною громадянською позицією і мужньою поведінкою. Наприклад, на московській Сесії АН СРСР у березні 1936 року він першим в історії радянської науки піддав критиці державну псевдопатріотичну доктрину про провідну роль радянської фізики у світовій науці [8]. Офіційним носієм доктрини був видатний фізик і організатор науки академік А. Йоффе, який в АН СРСР очолював Фізичну групу. За тої трагічної ситуації, що була створена в країні та безумовно стосувалась і фізиків, О. Гольдман наважився наполягати на тому, що в дослідженнях потрібно отримувати настільки достовірні та надійні наукові результати, щоб їх неможливо було заперечити, і через те критично поставився до деяких наукових результатів діяльності лєнінградського Фізико-технічного інституту, який очолював А. Йоффе. Між О. Гольдманом та А. Йоффе відбулась гостра полеміка. Провідні радянські фізики Л. Ландау, І. Тамм та інші підтримали в дискусії мужнього колегу з України. Однак

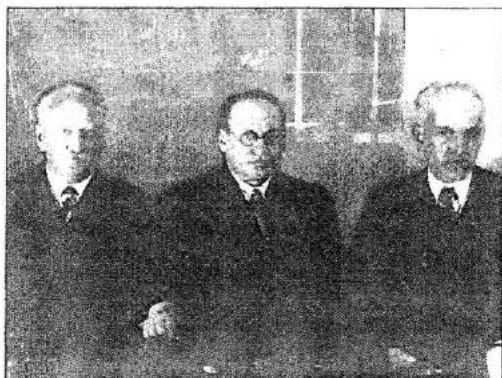
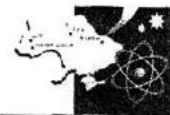
НКВД УССР Управление Государственной Безопасности 12-й ОТДЕЛ 3 ОТДЕЛЕНИЕ		ТЕЛЕГРАММА № 1290		Форм. М. 4
ОТКУДА	КТОМУ	Дата и время приема		
ИЗ КОМУСЫ	КРЕМ НКВД УССР	21/1-36 ГОДА 19 ЧАС. 15. НКВД		
№ 3866 АРЕСТ АКАДЕМИКА ГОЛЬДМАНА ПОВТОРНИЙ ГОЛЬДМАНА ГЕНРИХА АЛЕКСАНДРОВИЧА САНКЦИОНИРУЕМ, АРЕСТ НЕОБХОДИМО СОГЛАСОВАТЬ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЯМ ИЗБ. С. 341 НАРУШЕНИЕ				

Телеграма за підписом Каруцького, в якій санкціонувався арешт академіка О. Гольдмана

невдовзі після цього О. Гольдмана було заарештовано і звинувачено в тероризмі та антидержавній діяльності. Арешт О. Гольдмана стався в Києві 22.01.1938 року негайно після одержання з Головного управління НКВС телеграми з відповідною санкцією. За тиждень після цього ухвалою Президії АН УРСР від 29.01.1938 року він на підставі арешту був позбавлений звання академіка і всіх посад. О. Гольдмана енкаведисти жорстоко катували під час допитів, однак він не визнав себе винним. Можливо, ця стійкість врятувала йому життя. Без постанови суду він був засланий на п'ять років до Казахстану. Родину О. Гольдмана примусили взимку звільнити київське помешкання, за таких умов його син застудився і помер.

Після арешту О. Гольдмана відбулось засідання Президії АН УРСР. На цьому засіданні А. Йоффе 4.06.1938 року звинуватив в антирадянській діяльності свого київського опонента О. Гольдмана, який у той час уже був ув'язнений і перебував під слідством. Згодом О. Гольдман зауважив, що своїм засланням він завдячує А. Йоффе, якому забракло громадянської відваги.

Напевне варто хоча б коротко окреслити тодішню історичну ситуацію в Україні. Численні звинувачення людей в антидержавних змовах не були випадковими і характеризувались системним підходом. Влада в республіках Радянського Союзу і зокрема в УРСР спи-



*III Всесоюзна конференція з напівпровідників
(Київ, 11–15 травня 1935 р.).
А. Йоффе, Я. Френкель, О. Гольдман*

ралась на терор. Виконавці розпоряджень керівника держави Й. Сталіна мусили слухняно реагувати на його особисту телеграму директивного змісту, в якій він 2.01.1930 року вимагав звинуватити українського літературознавця академіка С. О. Єфремова в тероризмі. Місцеві функціонери демонстрували зустрічну активність при здійсненні організованої боротьби проти національного інтелекту. Арешт О. Гольдмана відповідав трагічній статистиці: в 1936–1938 роках було заарештовано 15 українських академіків. Незадовго перед цим зазнала розгрому національна церква. Селянство, яке було носієм і джерелом української культури, зазнало жахливих втрат: внаслідок штучно організованого голоду в 1932–1933 року в Україні померло 6–8 мільйонів селян. Вільний світ мовчав про цей державний тероризм. З приводу замовчування на Заході трагічної ситуації в Україні д-р філософії Є. О. Сверстюк висловив думку, що таке ставлення світової громадськості до голодомору в Східній Європі стало згодом своєрідним дозволом на єврейський голокост у Західній Європі.

Під час заслання в Казахстані О. Гольдманові було дозволено вчителювати в середній школі міста Акмолінська. В засланні він важко захворів на запалення легень, його врятував догляд дружини Єлизавети Павлівни, яка терміново приїхала до нього.

Всі документи О. Гольдмана було знищено службою безпеки. В Акмолінську він засвідчував свою особу та статус за допомогою книжки, яку зберігав при собі і в якій на груповому фотознімку серед науковців було і його зображення. Копії свідоцтв про освіту та докторський ступінь він зміг одержати з архіву Ляйпцізького університету лише після відбуття заслання. З архіву НКВС попри неодноразові заяви О. Гольдмана йому не було повернуто заарештований разом з його документами і робочими паперами рукопис цікавої, на жаль, тепер уже тільки в історичному плані статті про запірний шар у напівпровідниках, своєчасним опублікуванням якої в 30-х роках він міг би випередити принципово важливі публікації В. Шотткі.

О. Гольдман багато разів звертався до уряду з проханнями про перегляд безпідставних звинувачень проти нього. В листі до генерального прокурора СРСР він 1945 року аргументував своє прохання такими словами: "Про себе я знаю, що за тяжких умов я добровільно й охоче віддавав усі свої знання і сили освіти молодих наукових сил нашої країни, розкривав перед ними шляхи науки і допомагав просуватись до її вершин. Я знаю, що всупереч перешкодам я залишив після себе великий дослідний інститут фізики, нові наукові кадри, нові наукові ідеї, розвиток яких відбувався далі вже без мене." Заяви О. Гольдмана залишались без відповідей.

Від часу арешту О. Гольдмана (22 січня 1938 року), заслання та до отримання дозволу повернутись в Україну (1959) пройшло понад двадцять років. У цей тривалий період Олександр Генріхович займався переважно викладацькою роботою, підготовкою низки праць із методики викладання фізики, а згодом у Володді продовжив і експериментальні пошуки, зокрема, він звертався до сенсibiliзації фотопровідності органічними барвниками.

Відбувши заслання, О. Гольдман не мав змоги повернутись до праці в Україні. Улітку



1944 року він з родиною оселився в російському місті Вологда, розташованому неподалік від таких великих наукових центрів, як Москва і Ленінград, що певним чином могло бути сприятливим для його наукової діяльності. О. Гольдман започаткував у Вологді перші для міста фізичні наукові дослідження і, керуючи кафедрою фізики Вологодського педінституту, підготував із числа своїх випускників дев'ять кандидатів наук.

Хоча у Вологді служба безпеки зняла з О. Гольдмана таємний нагляд як за "українським націоналістом" і його було запрошено до Москви на парад Перемоги 1945 року, однак питання про його повернення до праці в Києві АН УРСР не була в змозі розв'язати. Відповідне клопотання Президента АН СРСР академіка С. І. Вавілова 1946 року теж не дало позитивних наслідків. Реальна змога повернутись до київського Інституту фізики у О. Гольдмана виникла лише 1959 року, тобто за три роки після постанови про реабілітацію, якою за О. Гольдманом визнавалась відсутність складу злочину.

Повернувшись до Києва, О. Гольдман у 76-річному віці організував лабораторію електролюмінесценції, де за участю вже третьої генерації своїх учнів здійснив цікаві експериментальні дослідження та отримав вагомі результати у цій молодій галузі. Майстер тонкого фізичного експерименту, він із своїми новими учнями виконав низку досліджень, якими здобув загальне визнання. Своїми першими науковими результатами, повернувшись до Інституту фізики, він поділився з академіком П. Л. Капицею, який разом з сином відвідав О. Гольдмана в його лабораторії і мав з ним кількагодинну розмову.

У своїй останній лабораторії О. Гольдман спершу відтворив класичні досліди О. Лосева з карбідом кремнію та Ж. Дестрію з сірчистим цинком, а далі розгорнув експериментальні дослідження з різноманітними люмінесцентними та напівпровідниковими матеріалами,

які виготовляли в умовах цієї ж лабораторії. О. Гольдман з'ясував природу збереження оптичного збудження у внутрішньо кристалічних електричних полях. Під його керуванням було виготовлено електролюмінофори з інтенсивним інфрачервоним випромінюванням та розроблено практичні рекомендації для їх промислового виробництва. Цікаві результати було отримано під час вивчення переносу енергії при електро- та фотолюмінесценції групи кристалофосфорів. О. Гольдман 1965 року відкрив властивості "пам'яті" у сублімованих плівках ZnS-Cu та організував глибоке дослідження стійкого стану підсиленої стимульованої провідності з "пам'яттю" на цьому об'єкті. Узагальнюючими дослідженнями О. Гольдман довів, що "пам'ять" є характерною властивістю напівпровідників. Він бачив важливість використання нового явища у практиці. Олександр Генріхович планував поліпшити властивість "пам'яті" та опанувати нею, щоб ефективно керувати електролюмінесцентним свіченням. У цьому напрямі він здобув перші результати, що були висвітлені у монографії.

О. Гольдман 1963 року розпочав дослідження ефекта Гуддена-Поля, який виявляється як спалах світла на тлі фосфоресценції під час накладання електричного поля на збуджений кристалофосфор. О. Гольдман встановив [5, 6], що цей ефект у цинк-сульфідних кристалофосфорів є оптичним індикатором стану їхньої фотополяризації, відкритої [7] як фізичне явище у сірки в дослідженні, які він провів разом із професором Київського університету С. Калянником 1911 року. В останні роки життя О. Гольдман виявив і комплексно дослідив у напівпровідників явище перемикування електричного струму, що пов'язане із запам'ятовуванням електричної та оптичної інформації і, як з'ясувалось, зумовлене макропорупненнями будови кристалів [8]. У своїй останній лабораторії О. Гольдман ще встиг підготувати вісім кандидатів наук.



Як учений Олександр Гольдман у молоді роки сформувався у сприятливій атмосфері наукових досліджень європейських фізиків. Згодом у своїй діяльності в Україні, а також у Росії, готуючи наукові кадри, він мав за основний принцип орієнтацію на світові рівні розвитку фізики, намагаючись зменшити вплив державних політико-ідеологічних догм. Він заохочував молодих науковців вивчати іноземні мови, читати та аналізувати іноземні наукові видання, готувати публікації до іноземних часописів.

За порівняно невеликий час Олександр Генріхович став одним з провідних дослідників електролюмінесценції. Колеги високо цінували його за вміння знайти і побачити наукову проблему загалом та оригінально її вирішити, за подиву гідну наукову та загальнолюдську ерудованість, за постійну відкритість і зв'язок з фізичною наукою у світі, за високу інтелігентність, поєднання делікатності з принциповою науковою вимогливістю до праці колективу і насамперед до своєї власної праці.

Здійснюючи керування широким колом експериментальних досліджень своєї молоді лабораторії, Олександр Генріхович виступав також і як принциповий дослідник історії вітчизняної науки. Він збирав документи для написання "Історії фізики в Україні".

Однак радянська влада і за багато років після арешту О. Гольдмана не хотіла забути, що він був покараний постановою НКВС і налягав на тому, що він не винен в інкримінованих йому злочинах. Тому пропозиція Інституту фізики відзначити трудову діяльність О. Гольдмана до його 80-річчя державним орденом СРСР була відхилена.

Попри поважний вік та пережиті труднощі О. Гольдман залишався діяльним і сповненим творчих планів. Однак здійснення цих планів було нагло обірвано: після наїзду міліційного автомобіля на О. Гольдмана, він помер 30.12.1971 року в київській лікарні. Рішення зборів персоналу Інституту фізики про вша-

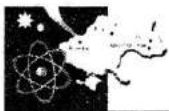
нування пам'яті О. Гольдмана меморіальною дошкою на стіні заснованого ним інституту довгий час штучно гальмувалось.

З виходом України на шлях демократичного розвитку значення О. Гольдмана як видатного науковця та організатора науки досліджується з адекватною оцінкою його діяльності [13–15]. Стало очевидним, що О. Гольдман працював всупереч перешкодам і через трагічні соціально-політичні обставини за умов тоталітаризму, зрозуміло, не зміг повністю реалізувати в науці свій величезний потенціал дослідника, організатора, педагога. Проте особистість О. Гольдмана та його спадок лишаються зразком відданості творчій науковій праці. Олександр Гольдман залишався вірним заповітові царя Давида: "Будь міцний і роби!"

Трагічні сторінки життя академіка О. Гольдмана

Історія фізичної науки в Україні за радянських часів – невіддільна частина історії науки загалом, історії культури, історії народу, який за жорстоких умов тоталітаризму створював непересічні цінності та зазнавав при цьому величезних втрат. Розвиток науки відбувався попри перешкоди. Він супроводжувався репресіями проти науковців і загибеллю яскравих особистостей, підміною етичних понять та наукових орієнтирів, мілітаризацією науки і врешті-решт деградацією суспільства. Дослідження архівних матеріалів, які вже відкриті, дають змогу простежити живі приклади понівечених і трагічних доль науковців. Для нових поколінь студентів, аспірантів, молодих учених ця жорстока правда може видатись неймовірною. Однак це було, і не так-то вже давно.

Вивчення історії української науки сприяє прогнозуванню її поступу, становленню етичних принципів нових поколінь учених, особливо якщо в історичному минулому є сильні постаті видатних науковців, які не схибили



навіть у катівнях НКВС і всупереч переслідуванням зуміли зробити вагомий внесок у розвиток вітчизняної науки. До таких науковців належить академік АН УРСР О. Гольдман.

Доля О. Гольдмана, талановитого вченого, інтелігента, педагога, енергійної, діяльної людини, організатора науки в Україні у досить складних і драматичних умовах становлення нового суспільно-політичного ладу була понівечена брутальними безпідставними звинуваченнями його у активній участі в контрреволюційній українській націоналістичній організації та підривної шкідницькій роботі в Інституті фізики. Ця особиста трагедія спричинилася і до гальмування розвитку нової, перспективної галузі фізики – напівпровідникової науки та технології в Україні.

Слідча справа № 817 по звинуваченню О. Гольдмана [3], що зберігається у Центральному державному архіві громадських об'єднань України, містить характерні для доби тоталітаризму документи щодо методів діяльності каральних органів, а також про атмосферу в академічному середовищі, заляканому репресіями та гасмними агентами. Слідча справа засвідчує тісну співпрацю НКВС та АН УРСР. Вивчення слідчої справи О. Гольдмана дає підстави думати, що зберегти честь і життя та хоч і за два десятиріччя все ж повернутися до наукової роботи в Києві допомогла йому мужня і послідовна поведінка.

Про патологію етики в Академії наук, заляканій репресіями, свідчить повідомлення З. Сердюка 19 березня 1939 року на XVIII з'їзді КП(Б)У, де він наводив такі дані: “в парторганізацію Академії наук, в якій перебувало на обліку 130 комуністів, було подано наклепницькі заяви на 111 осіб”. Зі складу Академії наук за 1936–1938 рр. Було виключено 15 академіків та членів-корреспондентів, було заарештовано велику кількість працівників (5). АН УРСР не брала на себе клопіт щодо захисту науковців. Слідча справа О. Гольдмана засвідчує до того ж тісну співпрацю НКВС та АН

УРСР як ланок єдиного узгодженого механізму в централізованій системі.

“Задание № 2963” від 4.11.1927 року для уповноваженого за зовнішнім спостереженням засвідчує, що дос'є на О. Гольдмана почало заповнюватися ще за 11 років до арешту. Таємний працівник (“с/с”) “Європеец” повідомив 31.03.1927 року про домовленість між М. Скрипником та М. Грушевським відносно обрання нових академіків, зокрема й О. Гольдмана. “Битый” (дата не зазначена) переповів чутки про те, що О. Гольдман не приймає у студентів заліки з фізики, якщо не складено залік з української мови. “Твердий” 15.03.1929 року написав: “Сам Гольдман за походженням єврей, в старі часи для того, аби одержати змогу працювати науково, прийняв лютеранство, але оскільки Учбова Округа все одно не допускала його до наукової праці, то він виїхав за кордон... Увесь час працює у Київських вузах, безумовно лояльно ставиться до Радвлади”. “Федоров” 19.09.1936 року попередив кадрового чекіста Долинського: “Гольдман немов би передає всі відомості з галузі фотоелементів німцям”. “Обновленная” 28.07.1933 року повідомила: “Якийсь науковий співробітник Дрибальюк розповідав про справу СВУ, називав прізвище Чехівського, Левицького, Гольдмана та інші. Дрибальюк казав, ніби він вже дещо подав на Гольдмана до комісії по чистці”. О. Гольдман на деякий час був позбавлений свого партійного квитка.

Восени 1937 р. до Фізичного інституту АН СРСР у Москві прибув з Києва секретар парткому АН УРСР Білоусов і звернувся до доктора фізико-математичних наук Б. Вула з пропозицією обійняти посаду директора Інституту фізики АН УРСР. Б. Вул відмовився, хоч йому було обіцяно обрання дійсним членом АН УРСР. Б. Вул не погодився на пропозицію з етичних мотивів, оскільки вважав себе учнем О. Гольдмана. На повазі до свого вчителя Б. Вул особливо наголошував і під час зустрічі з автором цих рядків під час роботи міжна-



родної конференції з фізики напівпровідників у Москві 1968 року. В одній з численних заяв до відділу науки ЦК ВКП (б) 1947 року О. Гольдман припускав, що вчинок партсекретаря не міг, звичайно, бути здійсненим без відома неодмінного секретаря АН УРСР академіка О. Палладіна.

Арешт О. Гольдмана взимку 1938 року – непоодиноким трагічним сторінкою в історії української науки тих років. У процесі репресій зі складу АН УРСР за 1936–1938 рр. було вилучено 15 академіків та членів-кореспондентів [40]. 21.01.1938 року о 19 год 16 хв. 5-те відділення 12-го відділу Управління Державної Безпеки НКВС УРСР одержало з Москви за підписом Каруцького телеграму, в якій санкціонувався арешт академіка О. Гольдмана.

Наступного ранку начальник 2 відділу УДБ НКВС Хатеневер та заступник наркома Степанов на наркомівському бланку підписали ордер № 1540 на обшук та арешт О. Гольдмана. За цим ордером Власко, Гівант та Поліщук затримали О. Гольдмана в його помешканні на вулиці Рейтерській, буд. № 11, п. 4; присутніми були двірник В. Лисенко та дружина О. Гольдмана Єлизавета Павлівна. Під час арешту було вилучено 4 долари США та золота монета царської чеканки номіналом 5 рублів. Валюта була 31.01.1938 року оприхована фінансовим відділом НКВС УРСР. Партійний квиток № 1657850 було відіслано 6.03.1938 року до Сталінського РК КП(б)У м. Києва, про це є довідка за підписом старшого інспектора першого спецвідділу НКВС УРСР Янчука. Обшук службового кабінету О. Гольдмана вчинили Раперштейн та Полулященко на вул. Чудновського, буд. 3 у присутності начальника спецчастини АН УРСР Ю. Тихомирової; дата обшуку на відповідному документі відсутня.

У протоколах обшуків названі номери вилучених партійного квитка, паспорта, профквитка, посвідчення наукового працівника,

перераховані пачка з 10 різних посвідчень, пачка старих документів і пачка листів. Протоколом однак не зафіксовано, що з робочого столу академіка чекісти приховали рукопис підготовленої до друку роботи про запірну дію просторового заряду в напівпровідникових приладах. Робота доповідалась у грудні 1937 року на сесії фізичної групи Академії наук СРСР. Ця робота на 2 роки випереджала наступні теоретичні роботи школи академіка А. Йоффе і на рік – відому німецьку публікацію В. Шоткі, який опрацював теорію напівпровідникових випростувачів, спираючись на ту ж думку, яку раніше висловив і розвинув у вилученому рукописі О. Гольдман. Важливий рукопис щез непоміченим.

Арешт супроводжувався двома постановами про звинувачення. Оперуповноважений 4 відділу УДБ НКВС УРСР Хромой 22.01.1938 року постановив, що оскільки О. Гольдман був активним учасником контрреволюційної націоналістичної організації і провадив шкідницьку роботу в Інституті фізики, скоївши злочини, що підпали під статті 54-7, 54-8 та 54-11 КК УРСР, то згідно зі статтями 143, 145 і 156 КПК УРСР О. Гольдмана до суду треба утримувати під вартою в спецкорпусі Київської в'язниці. З постановою такого змісту погодився начальник 3-го відділення 4-го відділу Лифарь, її затвердив помічник начальника 4-го відділу Перцов. Цю постанову розглянув військовий прокурор Київської військової округи диввоєнюрисст Калошин і 24.01.1938 року постановив з профілактичною метою утримувати О. Гольдмана в Київській тюрмі, оскільки він підпадає під статті 54–8 та 54–11. Прокурор Калошин на перше місце поставив звинувачення про терористичну діяльність, зовсім випустивши статтю 5–7. На нашу думку, в цьому немає випадковості, оскільки Й. Сталін ще 2.01.1930 року під час підготовки справи академіка С. Єфремова у настановчій телеграмі С. Косіору та В. Чубарю на перше



місце поставив звинувачення українського академіка саме в тероризмі і просив узгоджувати з Москвою план ходу справи [5]. Виконавці мусили орієнтуватись на спущену зверху директиву.

Рівнобіжно до дій НКВС Президія АН УРСР, не дочекавшись закінчення слідства і судового вироку, згідно з вже відпрацьованою практикою, але з порушенням свого Статусу, постановила 29.01.1938 року виключити О. Гольдмана зі складу Академії "як заарештованого органами НКВС". Президент Академії Наук академік О. Богомолець не був присутній на засіданні Президії, постанову підписав неодмінний секретар АН УРСР академік О. Палладін. На пропозицію неодмінного секретаря цю постанову було одноголосно затверджено 2.07.1938 року на загальних зборах Академії. У справі про це говорить витяг зі стенограми загальних зборів АН УРСР, завірений завідувачем секретаріату Гафтом. З порівняння дат арешту та аргументації виключення О. Гольдмана з АН УРСР випливає очевидний висновок про синхронність узгоджених дій НКВС і АН УРСР.

Звинувачення О. Гольдману було оголошено 4.05.1938 року. Постанову про звинувачення за статтями 54–8 та 54–11 підготували оперуповноважений 4 відділу НКВС УРСР Гранкін, начальник 4-го відділення Проскуряков і начальник 4-го відділу НКВС УРСР Юфа. На той час слідство могло використати для звинувачення витяги з показів раніше звинувачених Й. Гермайзе від 30.10.1929 року, П. Височанського від 02.11.1929 року, В. Затонського від 10.11.1937 року, Б. Богдановича від 05.11.1937 року, Н. Кагановича від 15.12.1937 року, Л. Штрума від 25.03.1936 року та М. Орлова від 08.09.1937 року, які, за винятком Й. Гермайзе, були вже розстріляні. Й. Гермайзе в справі згадується як померлий.

Варто навести деякі покази народного комісара освіти В. Затонського, який, як відомо, в катівнях НКВС під цим бруталним тиском

виявився слабким і нестримним на слова: "У 1936 році я залучив до організації члена Президії Академії наук директора Інституту фізики Гольдмана. На думку про його вербування мене наштовхнув Балицький (нарком НКВС УРСР), який розповів мені, що в НКВС є матеріал, зокрема, є покази арештованого професора Штрума про те, що Гольдман разом з ним є учасником антирадянської організації... Балицький вказав мені тоді, що я мушу використати ці дані про Гольдмана і примусити його працювати на користь нашої організації... Я доручив Гольдману зривати в міру можливості роботи Інституту з оборонної тематики... Гольдман все робив для цього... Гольдман мені відповів, що у виконанні цих доручень він буде використовувати неодмінного секретаря Академії наук Палладіна, антирадянські прояви якого йому добре відомі". Протокол допиту О. Гольдмана від 21.09.1938 року містить відповідь Олександра Генріховича на ці наклепи: "Оголошені мені покази Затонського фальшиві, як і всі попередні". Безкомпромісна позиція О. Гольдмана підтверджується всіма матеріалами слідства.

До 23.02.1939 року, коли О. Гольдману було оголошено остаточне звинувачення, матеріали звинувачення були підготовлені за схемою: покази викритих ворогів та свідків, протоколи зводин, звинувачувальний матеріал з боку академічних установ та авторитетів, обурений голос громадськості. Матеріали звинувачення містять додатково до названих вище покази трьох свідків: від 28.08.1938 року (О. Міселюк), 1.09.1939 року (А. Федорус), 10.11.1939 року (І. Файнерман); протоколи від 1.09.1938 року зводин О. Гольдмана з ув'язненим заступником директора Інституту фізики проф. В. Бернацьким та названими вище свідками; анонімні висновки комісії з перевірки Інституту фізики АН УРСР від фізичної групи АН СРСР за 4.06.1938 року, звірені з оригіналом т. в. о. директора Інституту фізики О. Міселюком і партгором Д. Гейхман та скріплені печаткою



спецсектора АН УРСР, окрім того, службове відношення Академії наук за тими ж підписами; постанова та стенограма загальних зборів колективу Інституту фізики під головуванням М. Пасічника; стенограма виступу академіка А. Йоффе на засіданні Президії АН УРСР від 4.06.1938 року; копії виступів парторга Інституту фізики Д. Гейхман та ще двох активістів Мюнстерлейдта і Пухальського на зборах персоналу Інституту.

Начальник відділення 2-го відділу НКВС УРСР м. лейтенант держбезпеки І. Букаренко 23.02.1939 року постановив відмінити інкриміновану О. Гольдману статтю 54–8 (терористична діяльність) і звинуватив його за статтями 54–10 (антирадянська агітація), 54–7 (антидержавна підривна діяльність) та 54–11 (організаційна антирадянська діяльність). З постановою погодився заступник начальника слідчої частини 2-го відділу лейтенант держбезпеки Казін, затвердив її начальник 2-го відділу УДБ НКВС УРСР ст. лейтенант держбезпеки Павличов. Того ж дня І. Букаренко склав “Протокол предьявления следствия”, а 27.02.1939 року І. Букаренко, Казін та Павличов склали “Обвинительное заключение”, яке затвердив замнаркома ВС УРСР майор Кобулов. Цим же документом справа була передана прокуророві відділу спецсправ Косману. Прокурор виходив з того, що оскільки О. Гольдман викривається переважно показами В. Затонського та інших вже засуджених учасників контрреволюційної діяльності О. Гольдмана, то його справа не може бути розглянута в судовому порядку. Тому Косман постановив скерувати справу на розгляд Особливої Наради при НКВС СРСР. Т. в. о прокурора УРСР Другобичський затвердив постанову Космана і Павличов уже в званні капітана держбезпеки склав до засідання Особливої Наради “Повестку”, де зазначив, що хоч О. Гольдман не визнав себе винним, однак він викривається матеріалами звинувачення.

Попри свою брутальність, матеріали звинувачення мають пізнавальну вартість. Наприклад, у виступі Д. Гейхман (т. 1, а. с. 197–211) є такі рядки: “Жодної хвилини я не сумніваюсь у тому, що Гольдман є ворогом... вже п’ять днів, як забрали Гольдмана, однак, треба сказати, що довелося перенести дуже багато труднощів, поки зрештою-репст Гольдман був викритий. Природньо, становище його було дуже фундаментальним в Інституті і пробити цю стіну, яка існувала, було дуже важко”. Моргуліс говорить – я вважаю, що Гольдман все ж таки людина з науковим розмахом. Ми хотіли показати, що він не науковець. Здавалось, ну що спільного у фізика з Інститутом мовознавства. Однак він там при Скрипнику відігравав досить значну роль. Він там був головним редактором фізичного словника”. Парторг робить закид О. Гольдманові також у тому, що він мав стосунки з репресованим математиком академіком М. Кравчуком. Однак у слідчій справі М. Кравчука, як повідомила авторові дослідниця цієї справи Г. Сита, прізвище О. Гольдмана відсутнє.

У “Служебном отношении из АН УССР о вредительской работе” (т. 1, а. с. 155–159) О. Гольдман звинувачується у ворожій кадровій політиці під час керування аспірантами. На підставі статистичних даних анонімні автори “Отношения” намагаються довести, що саме внаслідок ворожого керівництва комуністи та комсомольці Інституту фізики у меншому відсотку захищали дисертації, ніж позапартійні аспіранти. Протидержавні дії О. Гольдмана викриваються і таким пасажом: “...2г(ге)) з метою зриву зв’язків з фізичними інститутами СРСР Гольдман створив склочні стосунки з школою акад. А. Я. Йоффе”.

Особлива нарада при Народному комісарі Внутрішніх Справ СРСР розглянула справу О. Гольдмана 05.10.1939 року. Склад Наради та місце її роботи не вказані. У витягу з протоколу № 34 Особливої Наради повідомляється:



“Слушали: 48. Дело 817/НКВД УССР по обвинению Гольдман Александра Генриховича, 1884 г. р., урож. Гор. Варшавы, служащий, гр-н СССР. С 1932 по 1938 г. член ВКП (б).

Постановили: Гольдман Александра Генриховича за участие в антисоветской националистической организации сослать в один из районов Казахстана – на ПЯТЬ лет, считая срок с 22 января 1938 года.

Дело сдать в архив.

Нач. Секретариата особого Совещания при Народном Комиссаре Внутренних Дел.

Иванов (підпис)”

З цією постановою Особливої Народи О. Гольдман ознайомився 28.10.1939 року, в чому і розписався на звороті бланка витягу. У “Меморандумі” в п. 12 зазначено, що О. Гольдмана вербувати не можна, бо він в інкримінованому йому злочині винним себе не визнає. Медична комісія за рік після арешту, а саме 09.02.1939 року, занесла до медичного розділу особистого формуляра: “Міокардит, артеріосклероз. Різко понижене харчування. До легкої фізичної праці придатний. У далекі табори слідувати не може”. Перенесений в ув’язненні інфаркт комісія не зазначила.

Для негайного виконання рішення Особливої Народи начальник Київської тюрми НКВС лейтенант держбезпеки Якушев одержав розпорядження від помічника начальника 1-го спецвідділу НКВС УРСР м. лейтенанта держбезпеки Буха та заступника начальника 4-го відділення лейтенанта держбезпеки Котенева. Вимагалось, аби О. Гольдмана першим етапом відіслати до Алма-Ати в розпорядження НКВС Казахської РСР. Справу № 817 той же Бух та оперуповноважений Гусенко відіслали 05.11.1939 року до Москви начальникові 1-го спецвідділу НКВС СРСР капітану держбезпеки Петрову для прилучення до слідчої справи, що була направлена Петрову 02.04.1939 року для передачі на Особливу Народу при НКВС СРСР. Таке листування вка-

зує на скоординованість дій та підзвітність українського УДБ перед союзним ГУДБ, починаючи від санкції на арешт і до оголошення вироку. Очевидно, що вирок формулювався в Москві заочно.

Заслання О. Гольдман відбував у м. Акмолінську. У 1940 році до нього прийшла дружина Єлизавета Павлівна. Їй вдалось врятувати чоловіка від смерті, коли він тяжко захворів на запалення легень.

Неважко собі уявити, як болісно переживав О. Гольдман статус політичного заслання, свою відірваність від повноцінного наукового життя. З гіркотою і відчаєм пише він президентові Академії наук України О. Богомольцю про умови перебування на засланні, про своє прагнення, попри усі труднощі, займатися справжньою наукою. Наведемо текст листа:

“Шановний Олександр Олександровичу!

Отож, волею долі я опинився у Акмолінську, і досі всі мої заяви щодо дозволу про мій переїзд у будь-яке університетське місто з фізичним дослідним центром залишаються без відповіді.

Акмолінськ – обласний центр, однак мало чим відрізняється від великого села. Середня школа тут є вищим типом навчального закладу. Для фізики і для фізика немає застосування. Тому звертаюсь до Вас із проханням, чи не можу я одержати з Києва будь-яку роботу за фахом.

Я міг би взяти на себе складання підручника з фізики чи з одного з розділів фізики відповідно до вимог програм. Або ж складання науково-популярної книжки з фізики. Чи то переклад будь-якого фізичного курсу або монографії з іноземної мови російською чи українською. Можливо, варто перевидати мою працю “Ломоносов як фізик”, надруковану “Под знаменем марксизма” № 9 за 1937 рік. Цю працю включено журналом “Фізика в школі” № 2 за 1940 рік до покажчика двох-трьох десятків книжок про Ломоносова.



“особливо важливих для читачів журналу”. У цій роботі, крім загальної характеристики Ломоносова як фізика і характеристики його епохи, вперше доводиться на підставі оригіналів XVIII сторіччя те, що батьком сучасної теорії грози (механізму утворення блискавки як вертикальних повітряних течій) є Ломоносов. Під час перевидання я міг би дещо доповнити розділ про методологічні установки Ломоносова. Моя бібліотека нещодавно прибула, і це дає змогу спиратись на неї під час роботи.

З повагою,
О. Гольдман
14. IV. 41”

Лист залишився без відповіді. За час перебування у засланні О. Гольдман відправив численні листи до Генеральної прокуратури СРСР і до партійних та державних органів з вимогою про реабілітацію, однак ніхто на них не відгукнувся.

В Акмолінську О. Гольдман послідовно продовжував боротьбу за реабілітацію та повернення до свого Інституту фізики.

У слідчій справі є документ про заяву, яку О. Гольдман склав ще під час перебування під слідством. Сама заява відсутня. Цю заяву начальник 1-го спецвідділу НКВС УРСР ст. лейтенант держбезпеки Цветухін і начальник 3-го відділення Артеменко відіслали до Москви заступникові начальника 1-го спецвідділу НКВС СРСР капітану держбезпеки Баштанову. У Москві 17.05.1939 року цю заяву переслали до слідчої частини НКВС СРСР співробітники 1-го спецвідділу, начальник 8-го відділення лейтенант держбезпеки Тараканов та оперуповноважений Зубов. Про заяву, отже, є два документи, в обох вона згадується як “Приложение” обсягом 4 і 4,5 аркуші. Не виключено, що вона збереглася в архівах Служби безпеки Російської Федерації. Можливо, що зміст її частково повторюється у заяві на ім’я Прокурора СРСР Панкратьєва, яку О. Гольдман вислав 01.04.1940 року з Акмолінська і в

якій він стверджує, що слідство використовувало відносно нього незаконні методи. Власноручна копія цієї заяви О. Гольдмана збереглась в його архіві. В заяві, зокрема, йдеться про те, як слідчий Гранкін у присутності О. Гольдмана виривав з його слідчої справи аркуші та про те, як під безпосереднім керуванням А. Яралянца (заступник наркома НКВС УРСР) слідчі Гладков і Цветков у ніч з 27 на 28 липня та з 1 на 2 серпня 1938 року настільки жорстоко били О. Гольдмана, що він багаторазово непритомнів. Від О. Гольдмана тоді вимагали, аби він підписав зізнання у своїй шпигунській діяльності.

О. Гольдман у заяві на ім’я Панкратьєва стверджував також, що його не ознайомили з усіма матеріалами звинувачення і що після закінчення слідства він передав адміністрації Київської Лук’янівської в’язниці понад 20 заяв з аналізом та спростуванням оголошених йому звинувачувальних матеріалів. Заяви адресувались НКВС та Прокуратурі і залишились, звичайно, без відповідей. За текстами О. Гольдмана, з відомих йому під час слідства звинувачувальних документів на його вигадану участь у контрреволюційній націоналістичній організації вказував лише один документ, а саме покази В. Затонського. Ці та інші покази В. Затонського, як стало відомо значно пізніше, були зфабриковані.

Про умови звинувачення О. Гольдмана вже були публікації в академічних журналах. Журнал “Вісті АН УРСР” [36] коротко повідомив, що спеціальна комісія на чолі з керівником групи фізиків АН УРСР акад. А. Йоффе докладно ознайомила з роботою Інституту фізики АН УРСР, зробила свої висновки та висловила пропозиції Президії АН УРСР. Президія погодилась з висновками Спецкомісії і зазначила, що попри те, що в минулому Інститутом керував ворог народу, в деяких відділах Інституту є досягнення. Висновки Комісії були опубліковані у всесоюзному журналі “Известия АН СССР” [42]. Висновки з незначними скорочен-



нями надрукував журнал "Фізичні записки" [43] і назвав членів спецкомісії: акад. А. Йоффе, проф., д-р В. Линник, проф., д-р Б. Вул і проф., д-р М. Леонтович. Комісія стверджувала, що в Інституті найчисленнішою є група дослідників напівпровідників; робота цієї групи стоїть на досить високому рівні експериментальної техніки, а роботи останніх місяців щодо фотоелементів із срібло-сульфіду становлять значне зацікавлення. Однак комісія постановила, що загальні підсумки наукової роботи Інституту за дев'ять років його існування є незначні і практичні висновки його роботи мізерні.

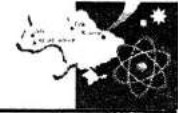
Зауважимо, що робота з фотоелементами провадилась у Києві під керуванням О. Гольдмана та у Ленінграді під керуванням А. Йоффе. Ленінградські сірчисто-талієві фотоелементи, що ними успішно займався Б. Коломієць, були менш чутливі від київських, які були стабільнішими в роботі. Після арешту О. Гольдмана творча робота з сірчисто-срібними фотоелементами, які досліджувала Д. Гейхман, пригасла. На ювілейній сесії АН СРСР 1945 року іноземним гостям демонстрували саме сірчисто-талієві фотоелементи як одне з видатних досягнень радянської науки. В архівах О. Гольдмана є заява про скасування постанови особливої Народи зі спогадом про візит до Б. Коломієця з проханням дати сірчисто-талієвий фотоелемент для порівняльного дослідження. Борис Тимофійович відповів на прохання в такому дусі: "Ну навіщо ж це Вам, Олександрє Генріховичу, адже Ваші сірчисто-срібні краші".

У висновках Спецкомісії, що видрукувані в [42], подані звинувачення в контрреволюційній діяльності директора Інституту фізики: "Упродовж багатьох років на чолі Інституту стояв ворог народу, котрий шкідницьки затримував та спотворював роботу, ізолював Інститут від усієї радянської фізики, усунув деяких талановитих науковців, що перейшли на роботу до інших міст Союзу, та завдав значної шкоди розвитку фізичної науки в Академії

наук УРСР. Роботи Інституту загалом протікали зовсім ізольовано від діяльності інших фізичних інститутів СРСР".

Стенограму виступу голови Спецкомісії академіка А. Йоффе (т. 1, а. с. 164–180) на засіданні Президії АН УРСР прокоментував 21.03.1956 року старший слідчий слідчого управління КДБ при Раді Міністрів УРСР капітан Ганенко. "В стенограмі доповіді Йоффе вказано на низку загальних хиб і на позитивні моменти в роботі Інституту фізики. Якого-небудь політичного забарвлення недолікам Йоффе не давав". Слідчий оминув основний висновок у виступі академіка А. Йоффе: "Інститут свої задачі як радянського Інституту виконував надзвичайно погано". Такий категоричний висновок керівника фізичної групи АН СРСР на засідання Президії АН УРСР прозвучав як вимога вироку. Тому Президент АН УРСР академік О. Богомолець запропонував прийняти резолюцію з твердженням: "У минулому Інститутом фізики керували з шкідницькою метою". Не виключено, що резолюцію було підготовано заздалегідь.

Вивчення слідчої справи дає змогу з'ясувати, в якому напрямку розвивались напружені стосунки між двома фізичними школами – О. Гольдмана та А. Йоффе та в який спосіб вони були, зрештою, розв'язані. За цими стосунками стояло ідейне протистояння. О. Гольдман не сприйняв псевдопатріотичної методології, яку утверджував у радянській фізичній науці А. Йоффе. Матеріали [44] сесії АН СРСР, що відбулась 14–20.03.1936 року, показують, що сумління науковця вело О. Гольдмана по лінії істини в науці. На сесії розглядали досягнення радянської фізики на тлі світової науки. Після А. Йоффе першим у дискусії виступив О. Гольдман і аргументовано розкритикував той стиль, про який тоді ж Л. Ландау у властивій йому манері заявив: "У радянській фізиці завдяки суттєвій участі А. Йоффе поширено стиль, котрий може бути зхарактеризований хіба що тільки поняттям хвалькувато-



сті". О. Гольдмана підтримав також директор Харківського фізико-технічного інституту академік А. Лейпунський. Однак радянська фізика та інші науки в умовах тоталітаризму були самопроголошені найпередовішими. Ця хибна теорія призвела досить швидко до відповідних практичних результатів, про які тепер уже можна відкрито говорити.

О. Гольдман відповів на звинувачувальну стенограму доповіді А. Йоффе лише 05.02.1955 року у листі до головного редактора "Літературної газети" Б. Рюрикова з приводу статті В. Каверина "О честности в науке": "Перебування в Акмолинську я, вочевидь, зобов'язаний академікові А. Йоффе, у якого не виявилось громадянської відваги, щоб залишитись вірним істині". Далі О. Гольдман стверджує: "Розвиток проблеми напівпровідників у Київському інституті було загальмовано на декілька років. Тільки з приходом Лашкарьова в Інституті ця робота почала знову розвиватись" [37, т. 1, а. с. 349–362]. Арештом академіка О. Гольдмана та його заступника професора В. Бернацького Інститут фізики було обезглавлено. Арешти низки працівників Інституту ще більше послабили його науковий потенціал.

Вивчаючи архівні матеріали, ми з Богданом Романовичем Кияком, якому випала доля бути останнім аспірантом О. Гольдмана, боронь Боже, не брали на себе роль суддів чи слідчих, а лише дослідників у справах понадпівсторичної давнини нашої невичерпної на трагедії історії, якою визначалась доля життя людини та доля науки [45]. Християнське прощення не означає забуття. Ми маємо пам'ятати, досліджувати і знати свою історію в її фактах та документах, як то є з книжкою кримінальної хроніки про страхіття 1937–1938 рр. [46]. У межах своїх скромних можливостей ми лише прагнули документально подати фактичний перебіг подій у подвигницькому житті свого вчителя. Про етику у поведінці учасників, дочасних до цих описуваних подій, а також тих,

хто участі не брав, написав Іван Олексійович Світличний:

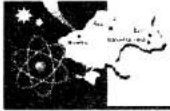
*Я винен, браття. Всі ми винні.
Наш гріх судитимуть віки...*

До Інституту фізики О. Гольдман повернувся тільки за 22 роки після арешту. Вивчення історії його важкого і тривалого повернення показало, що він був не надто бажаною особою для керівництва АН УРСР. Проте він зумів переконати Президію АН УРСР у потребі розвивати в Україні дослідження з електролюмінесценції, і наказом директора Інституту фізики АН УРСР академіка М. Пасічника 27.12.1959 року його призначили керівником лабораторії електролюмінесценції. У 76-річному віці академік О. Гольдман повернувся до Києва та отримав посаду. Він подякував академікові В. Лашкарьову за запрошення перейти працювати до новостворюваного Інституту напівпровідників, який виділився з Інституту фізики, і залишився до кінця життя працювати у започаткованому ним у свої молоді творчі роки Інституті фізики.

Олександр Генріхович Гольдман у Вологді

Науковець відбував заслання в Акмолинську. Він викладав фізику у середній школі, латину в медичному училищі і на посаді інженера при залізниці розв'язував задачу про рух води у ґрунті.

Після заслання О. Гольдман з родиною та своєю бібліотекою у товарному поїзді переїхав до Вологди, де став професором, а невдовзі – завідувачем кафедри фізики Педагогічного інституту. Місто Вологду О. Гольдман обрав для роботи тому, що вона розташована поблизу наукових центрів Москви і Ленінграду. До його приїзду у Вологді фізичні дослідження не проводились. Про повернення до Києва не могло бути й мови. Навіть на запит канцелярії секретаря ЦК КП(б)У М. С. Хрущова пе-



ред звільненням Києва від нацистів, коли треба було відбудувати Україну і повертати до Києва фахівців, органи безпеки відповіли, що місце перебування О. Гольдмана невідоме. Надія на повернення з'явилась лише після реабілітації 1956 року.

Газета Вологодського державного педагогічного університету "Университетская газета" 2000 року розпочала серію публікацій "Наші Вчителі", де першою була вміщена стаття про О. Гольдмана, яку представив один з останніх його аспірантів, завідувач кафедри теоретичної фізики О. Є. Васюков. Він зазначив: "У 1944–1952 роках Вологодському педагогічному інституті пощастило прийняти у ряди своїх викладачів академіка АН УРСР О. Гольдмана. Саме йому кафедра фізики упродовж багатьох років влячна за ініціативу організації фізичних досліджень, а також за підготовку чудових педагогів-фізиків.

У Вологодському педагогічному інституті О. Гольдман спочатку займався теорією всотування води у ґрунт та методичними проблемами викладання фізики у вищих навчальних закладах, а також здійснив аналіз творчого спадку учителя російських фізиків О. Г. Столстова. Він особливо відзначав наукову принципність О. Столстова та його увагу до методик дослідження, що створювало умови для отримання достовірних, незаперечних результатів. Відчувається, що в цих роботах Олександр Генріхович продовжував дискусію з А. Йоффе. Готовність А. Йоффе пристосовувати свої виступи до ситуації О. Гольдман продемонстрував у листі до "Літературної газети" 1955 року на такому прикладі: А. Йоффе 1912 року стверджував, що зовнішній фото-ефект відкрив Герц, а 1948 року у журналі "Фізика у школі" надавав пріоритет у цьому відкритті Столстову. Сумління науковця також не дало змогу О. Гольдману дописати до активу М. В. Ломоносова відкриття останнім закону збереження матерії попри те, що журнал "Вопросы философии" 1948 року. Суворо попере-



О. Гольдман під час написання доповідної записки С. Вавілову "Інститут фізики АН УРСР 1929–1938 р." (м. Вологда. 1945–1946 рр.)

див, що радянський патріот має підтримувати пріоритет свого великого земляка.

На той час займатись науковими дослідженнями з експериментальної фізики у Вологді було нікому. Усвідомивши це, професор кафедри, а згодом завідувач кафедри загальної фізики О. Гольдман розпочав підготовку майбутніх дослідників із своїх студентів, залучаючи їх до роботи у науковому семінарі й запрошуючи працювати найздібніших на посади лаборантів кафедри. Саме так О. Гольдман підготував засади для заснування аспірантури, а згодом забезпечив підготовку аспірантів. На цьому шляху довелось долати цілу низку труднощів, що полягали у поглибленні підготовки молоді і до вчительської, і до науково-дослідницької роботи, у створенні відповідного наукового колективу, в організації експериментальної бази. Завдяки наполегливій праці професора, біля якого гуртувались викладачі та студенти, 1947 року аспірантуру з фізики було затверджено.

Аспіранти виконували експериментальні дослідження з фізики напівпровідників. Вибір тем дисертаційних робіт визначався не лише науковими інтересами керівника до фотоелектричних властивостей напівпровідників і актуальністю проблеми, а й значною мірою бідністю чи навіть відсутністю матеріально-технічної бази, що робило неможливим, як писав О. Гольдман, організацію дорогих досліджень,



наприклад, з атомної фізики, рентгенофізики чи електронної оптики. У вкрай тяжкі післявоєнні роки лише великий досвід організаторської роботи відомого вченого допомагали О. Гольдманові крок за кроком долати труднощі, створюючи новий осередок дослідників і дбаючи про їхній високий рівень. У системі різноманітних заходів на особливу увагу заслуговує готовність керівника до відкритості, до обговорення наслідків наукових пошуків і перспективних завдань подальших досліджень в умовах регулярних семінарів, конференцій і в університеті, і в інших науково-дослідних закладах країни. Завдяки науковим контактів О. Гольдмана з метою підвищення наукового рівня аспірантам забезпечувалась можливість практики у лабораторіях фізичного факультету Московського університету (З. О. Гольдман, Г. О. Жолкевич, О. П. Полетаєв, Є. А. Скиба), Ленінградського політехнічного інституту (Б. В. Соколов). Результати дослідження П. М. Дикарьова, що отримані у Вологді, підтвердили в Оптичному інституті у Ленінграді, про це О. Гольдман одержав з добрим відгуком від академіка А. Н. Тереніна. Деякі дослідження завершувались у відомих лабораторіях Інституту ім. С. І. Вавілова.

Одним із перших успішних результатів, відзначених у науковій доповіді, був виявлений дослідницею З. О. Гольдман ефект не адитивності у селенових фотоелементів, який полягав у тому, що при спільному освітленні фотоелемента червоним і синьо-зеленим промінням фотострум виявляється більшим, ніж сума фотострумів, отриманих при окремому впливі червоного й синьо-зеленого світла на фотоелемент. Повідомлення про цей ефект викликало жваву дискусію і зацікавлення на 7-ій Всесоюзній нараді з напівпровідників. Зацікавлення викликала і робота Б. В. Соколова, який досліджував дію домішок йоду на провідність селену і виготовив відповідні фоторезистори, які можна співставити за основ-

ними характеристиками з фоторезисторами з сернистого свинцю, виготовленими у Ленінградському фізико-технічному інституті. Г. О. Жолкевичу та І. О. Акимову вдалось дослідити та виготовити для вимірювання магнетних полів вісмутові резистори.

Наукові результати, що були одержані у Вологді, високо оцінили фахівці, що брали участь у конференції. Академік А. Йоффе у підсумку поряд з Ленінградським фізико-технічним інститутом та Київським інститутом фізики як успішну відзначив і Вологодську лабораторію О. Гольдмана.

Свою доповідь на науковій сесії в Інституті О. Гольдман завершив звертанням до колег: "Я буду радий, якщо Ваша увага до цієї доповіді допоможе нам, працівникам Інституту, знайти подальші шляхи для розвитку наукової роботи, яка є джерелом живої води для викладання науки".

І все ж доречно нагадати, що життя і праця О. Гольдмана у Вологді знаходились під "негласним" наглядом органів держбезпеки. На нього 1945 року у Вологді завели відповідну справу з позначкою "український націоналіст", яку було припинено 30.03.1952 року на тій підставі, що у процесі агентурного опрацювання матеріалів про антирадянську діяльність не було виявлено.

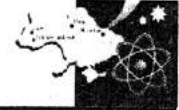
Однак О. Гольдман був змушений залишити роботу у Вологді. Наказом Міністерства освіти РРСФ від 1.11.1952 року було затверджено його обрання завідувачем кафедрою фізики Балашовського педагогічного інституту.

О. Гольдман 1959 року отримав дозвіл повернутись до Києва. Для продовження досліджень з Вологди до Києва переїхав також Г. О. Жолкевич. До аспірантури вступив О. Є. Васюков, який після успішного захисту дисертації, повернувся до Вологди. Там фізики ще упродовж багатьох років після від'їзду О. Гольдмана продовжували наукові дослідження за тематикою, яку він започаткував.



Література

1. Борзяк П. Г. *Олександр Генріхович Гольдмана (к восьмидесятилетию со дня рождения)*// Украинский физический журнал. – 1969. – Т. 14, № 2. – С. 177–178.
2. Забужко О. *“Психологічна Америка” й азіатський ренесанс, або знову про Карфаген*// Сучасність. – 1994. – № 9. – С. 142–143.
3. Goldmann A. *Lichtelektrische Untersuchungen an Farbstoffzellen*// Annalen der Physik. – 1908, Bd. 27. – S. 449–536.
4. Goldmann A., Kalandyk S. *Lichtelektrische Untersuchungen an festen Dielektriken*// Annalen der Physik. – 1911. – Bd. 36. – S. 589–623.
5. Гольдман А. Г.// Университетские известия. – 1912. – Т. 52, № 12. – С. 1–9.
6. Goldmann A., Brodsÿ J. *Zur Theorie des Becquereleffektes. Lichtelektrische Untersuchungen an oxydierten Kupferelektroden*// Annalen der Physik. – 1914. – Bd. 44. – S. 849–900.
7. Goldmann A. *Zur Theorie des Becquereleffektes. Grundzüge einer lichtelektrischen Theorie des Becquereleffektes*// Annalen der Physik. – 1914. – Bd. 44. – S. 901–914.
8. Гольдман А. Г. *Телеграфія и телефонія без проводов.* – Январь 1922. – Т. 12. – С. 230.
9. Гольдман А. Г.// Вісник природознавства. – 1927. – Т. 5–6. – С. 257–272.
10. Граве Д. О. *Матеріали до обрання нових академіків ВУАН*// Додавки до Вістей ВУАН. – 1929. – № 5–6. – С. 13–14.
11. Гольдман А. Г., Бернацький В. К.// Журнал фізико-хімічного циклу ВУАН. – 1933. – Т. 1, № 4. – С. 79–96.
12. Гольдман А. Г.// Праці ювілейної сесії ВУАН, присвяченої 15-й річниці Жовтневої революції. – 1933. – С. 117–135.
13. Гольдман А. Г.// Українські фізичні записки. – 1935. – Т. 3, № 1–2. – С. 3–31.
14. Гольдман А. Г.// Розвиток науки в Київському університеті за сто років. – К., 1935. – С. 1–21.
15. Гольдман А. Г. Выступление на Сессии АН СССР.// Изв. АН СССР, сер. физ. 1936, № 1–2, С. 63–73. – С. 224–228.
16. Гольдман А. Г.// Журнал физической химии. – 1936. – Т. 7. – С. 231–250.
17. Гольдман А. Г. *Институт физики Академии наук УССР.* – Журнал Технической Физики. – 1937. – Т. 7, № 20–21. – С. 1960–1967.
18. Бернацький В. К., Ляшенко В. І.// Фізичні записки. – 1938. – Т. 7, № 1. – С. 23–31.
19. Бернацький В. К., Федорус Г. А.// Фізичні записки. – 1938. – Т. 7, № 1. – С. 97–103.
20. *Резолюція сесії фізичної групи АН СРСР про роботу Інституту фізики АН УРСР*// Фізичні записки. – 1939. – Т. 7, № 3. – С. 337–345.
21. Гольдман А. Г.// Успехи физических наук. – 1951. – Т. 44. – С. 586–609.
22. Гольдман А. Г.// Доклады АН СССР. – 1960. – Т. 135. – С. 1108–1112.
23. Гольдман А. Г., Проскура А. И. *О природе эффекта Гуддена-Поля*// Доклады АН СССР 1963. – Т. 150, № 3. – С. 519–522.
24. Гольдман А. Г., Жолкевич Г. А., Лазарь Н. П., Дудник В. П.// Доклады АН СССР. – 1964. – Т. 159. – С. 43–45.
25. Гольдман А. Г., Проскура А. И., Лысенко С. Ф. *Три рода эффекта Гуддена-Поля и фосфоресценция сернистого цинка, активированного медью*// Оптика и спектроскопия. – 1965. – Т. 19. – Вып. 6. – С. 943–950.
26. Гольдман А. Г., Проскура А. И.// Оптика и спектроскопия. – 1967. – Т. 22. – С. 845–846.
27. Гольдман А. Г., Жолкевич Г. А., Степанченко Е. С.// Український фізичний журнал. – 1968. – Т. 13. – С. 185.
28. Гольдман А. Г., Жолкевич Г. А. *Стимулированные токи и электролюминесценция.* – Киев: Наук. думка, 1972.
29. Проскура О. І. *Олександр Генріхович Гольдман*// Журнал технической физики. – 1972. – Т. 17, № 7.



30. Проскура О. *Заспівник Інституту Фізики НАН України академік Олександр Гольдман*// Український фізичний журнал. – 1999. – Т. 44, № 12. – С. 1536–1540.
31. Проскура О. І. *Полеміка між О. Г. Гольдманом і А. Ф. Йоффе*// Наука та наукознавство. – 1999, № 3. – 2. – С. 99–108.
32. Проскура А. И. *Рыцарь науки*// Информационный листок для еврейских иммигрантов. – 2000. – № 11. – С. 8.
33. Glebova A. N., Khramov Yu. A. *Academician A. H. Goldman and his authentic contribution to semiconductor science and technique*// Science and Science of Science. – 2000. – No. 1–2. – P. 104–113.
34. Proskura O. *Einst verbannt, heute verehrt. Der Physiker A. Goldmann*// Journal Universität Leipzig. – 2002. – Heft 6. – S. 31–32.
35. Проскура О. І. *Доповідь "Schaffen trotz Hindernisse: Der ukrainische Physiker Alexander Goldmann (1884–1971)" на 69-ій Конференції "Фізика після Айнштайна" Німецького Фізичного Товариства.* – Берлін, 8.03.2005.
36. *Про роботу Інституту фізики.* – Вісті Академії наук УРСР. – 1938. – № 6. – С. 57
37. ЦДАГО України. Фонд 263. Опис 1. Справа № 33102 ФП, коробка 288. Т. 1, 2. Дело № 817 по обвинению Гольдмана Александра Генриховича.
38. *Личное дело академика Гольдмана Александр Генриховича.* – Архив Президиума НАН Украины, оп. 567, № 3. – 112 л.
39. Архів З. О. Шиліної, доньки О. Г. Гольдмана.
40. Панькова С. М. *Институт транспортной механики АН УССР: история и судьба*// Очерки истории естествознания и техники. – 1991. – № 40. – С. 94–100
41. Шаповал Ю. І. *Людина і система (итрихи до портрету тоталітарної доби в Україні).* – Київ, 1994 р., 272 стор. Видання Інституту національних відносин і політології НАН України.
42. *Выводы комиссии по обследованию работы Института физики Академии наук УССР*// Известия Академии наук СССР, серия физическая. – 1938. – № 5–6. – С. 721–722.
43. *Хроніка. Резолюція сесії і фізичної групи Академії наук СРСР про роботу Інституту фізики Академії наук УРСР*// Фізичні записки. – 1939. – Т. 7, № 3. – С. 337–339.
44. *Известия Академии наук СССР, серия физическая.* – 1936. – № 1–2.
45. Кияк Б., Проскура О. *Доля академіка Олександра Гольдмана.* – 3 архівів ВУЧК, ГПУ, НКВД, КГБ// Науковий і документальний журнал. – 1997. – 1/2(4/5). – С. 253–262.
46. Янковский А. К. *Из истории Киевской научно-исследовательской лаборатории физики*// Из истории развития физико-математических наук: Сб. научн. тр. – Киев: Наук. думка, 1981. – С. 132–144.
47. *Вінниця: злочин без кару*/ Укладачі Є. Сверстюк і О. Скоп. – Київ: Воскресіння, 1994. – 333 с.
48. Савчук В. С. *У истоков украинской ассоциации физиков*// Очерки по истории естествознания и техники. – 1991. – № 39. – С. 72–78.
49. *Резолюція сесії Фізичної групи Академії наук СРСР про роботу Інституту фізики Академії наук УРСР*// Фізичні записки. – 1939. – Т. 7, № 3. – С. 337–339.
50. Проскура О. І. *Трагічні сторінки життя академіка О. Г. Гольдмана*// Наука та наукознавство. – 1995, № 1–2. – С. 154–159.
51. Білокінь С. *Масовий терор як засіб державного управління в СРСР.* – Київ, 1999.
52. Проскура О. І. *Телеграма з Москви*// Зона, 1999. – Т. 14. – С. 125–128.
53. Проскура О. *О. Гольдман: "Я залишив як слід своєї праці великий дослідний інститут фізики..."*// Вісник НАН України, 2001. – № 12. – С. 31–38.



ДОДАВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ І РОЗШИРЕННЯ ВСЕСВІТУ

Олег Орлянський,

*завідувач кафедри теоретичної фізики
Дніпропетровського національного університету*

Людина усвідомлювала своє місце у Всесвіті поступово. Спочатку вважалося, що Земля знаходиться у центрі Всесвіту. Потім у центр Всесвіту було поміщено Сонце, яке виявилось значно більшим від Землі. Далі з'ясувалося, що зір набагато більше, ніж можна побачити неозброєним оком, їхні розміри можуть перевищувати розміри Сонця, і навколо них, можливо, обертаються інші планети.

Що далі людина пізнавала світ, то меншою виявлялася Земля, і то більше розширювалось її оточення. Питання, де саме знаходиться центр Всесвіту втратило минулу привабливість. Тепер найвірогіднішим здавалося, що Всесвіт не має ніякого центру, він нескінченний у просторі, а, можливо, що й у часі. Сторічні астрономічні спостереження доводили, що сузір'я не змінюють своєї форми. Незмінність розташування зір вказувала на незмін-

ність і вічність Всесвіту. Такої думки притримувався Ісаак Ньютон, вважаючи, що за однорідного розподілу матерії гравітаційні сили нескінченного Всесвіту взаємно компенсуються. Навіть Альберт Айнштайн увів у рівняння Загальної теорії відносності¹ космологічну сталу Λ , щоб побудувати стаціонарну модель Всесвіту. Але згодом з'ясувалось, що Всесвіт розширюється. Едвін Габбл, який перед цим відкрив існування багатьох гігантських зоряних скупчень, галактик, проаналізувавши відстані до них, 1929 року дійшов висновку, що галактики віддаляються від нас з тим більшими швидкостями, чим далі знаходяться. Це співвідношення

$$v = Hr$$

отримало назву закону Габбла.

Сучасне значення сталої Габбла

$$H = 70,4 \pm 1,4 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк}),^2$$

де 1 Мпк \approx 3262000 світлових років. Отже, ті галактики, що знаходяться, наприклад, на відстані 3 млрд світлових років, у середньому віддаляються від нас зі швидкістю 70 000 км/с, в якому б напрямку ми не подивилися. Таке враження, ніби саме наша галактика, Молоч-

¹Загальна теорія відносності (ЗТВ) – це сучасна теорія гравітації, за якою матерія в усіх своїх виявах викривляє простір-час, що зумовлює рух самої матерії і може бути проінтерпретовано, зокрема, як гравітаційна взаємодія. ЗТВ використовують для опису еволюції Всесвіту, релятивістських астрофізичних об'єктів таких, як нейтронні зорі або чорні дірки, а також у програмах астероїдної безпеки, GPS-навігації та інш., які потребують надточних вимірювань.

²Згідно релізу від 12.02.2010 р. наукової групи WMAP (http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/map/dr4/map_bibliography_rel_notes.cfm)



ний шлях, знаходиться у центрі Всесвіту. Звісно, це не так. На великих масштабах Всесвіт однорідний та ізотропний, тобто в ньому немає виділеного центру або напрямку. Спостерігачам з іншої галактики також здається, що саме від них в усі боки розширюється Всесвіт. Щось на зразок віддалення точок на поверхні повітряної кульки, яку надувають. Від кожної точки інші віддаляються зі швидкостями тим більшими, чим далі вони знаходяться.

Відкриття Габбла було сприйняте як підтвердження Загальної теорії відносності, оскільки перед цим у 1922–1924 рр. Олександр Фрідман знайшов і проаналізував нестатичні розв'язки рівнянь Айнштейна, за яким Всесвіт мав розширюватись, причому співвідношення між швидкістю розширення і відстанню співпадало із законом Габбла. Тільки за десять років після Фрідмана і за п'ять після відкриття Габблом розбігання галактик Мілном і МакКрі було показано, що нестационарність Всесвіту і закон Габбла можна отримати з класичної механіки і ньютонівської теорії гравітації. Складалося враження, що закон Габбла має універсальний характер, до якого призводить будь-яка теорія однорідного розподілу матерії у Всесвіті. Спробуємо пересвідчитись у цьому та отримати габбловський зв'язок між швидкістю і відстанню $v = Hr$ загалом без урахування конкретного вигляду будь-якої взаємодії, виключно із закону додавання швидкостей класичної механіки $\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{вид} + \vec{v}_{пер}$ та рівноправ'я всіх положень та напрямків у Всесвіті.

Отже припустимо, що Всесвіт однорідний, ізотропний, але нестационарний і в ньому між відносною швидкістю двох точок та відстанню між ними існує деякий космологічний зв'язок. З'єднаємо вектором \vec{r} ці дві точки. Який вигляд може мати залежність відносної швидкості $\dot{\vec{r}}$ точок від \vec{r} ? Швидкість – векторна величина. Якщо всі напрямки у Всесвіті рівно-

правні, вектор швидкості \vec{v} буде колінеарним до вектора \vec{r} , тобто залежність матиме вигляд

$$\vec{v} = h(r)\vec{r},$$

де $h(r)$ – деяка невідома функція відстані $r = |\vec{r}|$.

Щоб знайти цю функцію, розгляньмо, крім нашої галактики, ще дві (на рисунку вони зображені точками 1 і 2). Проведемо від нас до цих галактик два радіус-вектора \vec{r}_1 і \vec{r}_2 . За припущенням залежності швидкостей галактик від \vec{r}_1 і \vec{r}_2 матимуть вирази

$$\vec{v}_1 = h(r_1)\vec{r}_1 \quad \text{і} \quad \vec{v}_2 = h(r_2)\vec{r}_2.$$

Внаслідок однорідності Всесвіту аналогічне співвідношення має отримати спостерігач із галактики 1. Швидкість галактики 2 відносно нього залежатиме від r_{12} подібно:

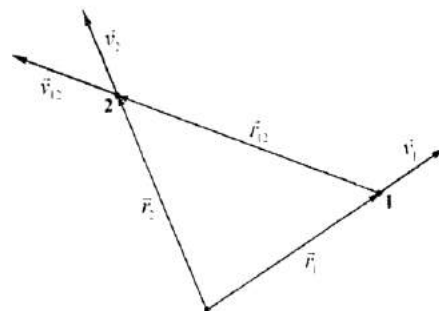
$$\vec{v}_{12} = h^*(r_{12})\vec{r}_{12}.$$

За законом додавання швидкостей

$$\vec{v}_{12} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1. \quad (1)$$

Це співвідношення можна отримати диференціюванням за часом зв'язку між радіус-векторами, які утворюють трикутник з вершинами у трьох галактиках (див. рис.):

$$\vec{v}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1. \quad (2)$$



Підставмо у закон додавання швидкостей (1) вирази швидкостей через відповідні радіус-вектори і скористаймося (2):



$$h^*(\vec{r}_2)(\vec{r}_2 - \vec{r}_1) = h(r_2)\vec{r}_2 - h(r_1)\vec{r}_1.$$

Останнє рівняння перепишемо у вигляді:

$$(h^*(r_{12}) - h(r_2))\vec{r}_2 = (h^*(r_{12}) - h(r_1))\vec{r}_1, \quad (3)$$

щоб ліворуч від знаку рівності отримати вектор, колінеарний до \vec{r}_2 , а праворуч – колінеарний до \vec{r}_1 .

Оскільки у загальному випадку вектори \vec{r}_1 і \vec{r}_2 між собою не колінеарні, рівність (3) можлива тільки за умови:

$$h^*(r_{12}) - h(r_2) = h^*(r_{12}) - h(r_1) = 0.$$

Виходить, що

$$h^*(r_{12}) = h(r_2) = h(r_1),$$

тобто функція $h(r)$ не залежить від значення свого аргументу, і тому є не функцією від r , а сталою, яка має однакове значення для будь-якої галактики! Позначаючи цю сталу через H , отримуємо закон Габбла

$$\vec{v} = H\vec{r}.$$

Якщо стала H має від'ємне значення, відстані зменшуються, якщо нульове – не змінюються, і, нарешті, якщо додатне, як у нашому Всесвіті, – відстані збільшуються. Зазначимо, що від'ємних і додатних чисел нескінченна множина порівняно з одним-єдиним значенням $H = 0$, хоча, зрозуміло, це не може розглядатися як серйозний аргумент на користь не стаціонарності Всесвіту. Головним аргументом, як завжди, є дані численних астрономічних спостережень та їх переконливий кропіткий аналіз.

Простий вигляд отриманого співвідношення $v = Hr$ дає змогу легко знайти залежність $r(t)$ відстані від часу. На великих відстанях можна знехтувати власним рухом галактик порівняно з їхніми космологічними швидкостями. Ці швидкості є похідними за часом від відповідних відстаней:

$$v = \frac{dr}{dt} = r'.$$

Отже, ми шукаємо функцію, похідна від якої дорівнює їй самій з коефіцієнтом H :

$$r' = Hr.$$

Як добре відомо, таку властивість має експонента

$$r = r_0 e^{Ht},$$

де r_0 – це відстань між деякими двома точками у момент часу $t = 0$.

За початковий момент часу $t = 0$ зручніше всього обрати сьогоднішній день. У майбутньому ($t > 0$) відстань між обраними точками буде швидко збільшуватись.

Зростання показникової функції добре ілюструє відома притча про винахідника шахів та його винагороду. На шаховій дошці 64 клітинки. Якщо покласти на першу клітинку одне зернятко рису, на другу – два, на третю – чотири, і так далі, щоразу подвоюючи, тоді на останню клітинку прийдеться 2^{63} зерен, що більше ніж всі врожаї зернових, які виростили люди за свою історію.

Число e дещо перевищує двійку. Його приблизне значення $e \approx 2,718281828$ легко запам'ятати: 2 і 7 і двічі 1828 – рік народження Жульє Верна і Льва Толстого.

Вражаючий ріст експоненти не має лякати, оскільки все відбувається за космологічній проміжки часу. Відстані між галактиками збільшаться у e разів, коли показник експоненти в

$r = r_0 e^{Ht}$ дорівнюватиме одиниці, тобто за час $t = 1/H$, що майже 14 млрд років.

Якщо тепер подивитися у минуле ($t < 0$), то, за отриманою формулою $r = r_0 e^{Ht}$, відстані між галактиками були у e разів меншими ніж сьогодні на момент часу $t = -1/H$, тобто 14



млрд років тому. І що далі у минуле, то все меншими і меншими були ці відстані, аж до самісінького нуля якусь нескінченну кількість років тому. Надто довершений сценарій, щоб бути правильним: Всесвіт, пришвидшуючись, вічно розширюється. Розширюється за експоненціальним законом, попри те, яка густина матерії, її стан, характеристики взаємодій. Чому ж тоді ще світять зорі, чому за такий час весь гідроген не перетворився у гелій, а гелій у карбон і кисень в їх розжарених надрах? І невже значення однієї сталої H може врахувати все різноманіття природних явищ?

Річ у тім, що стала Габбла H хоча й має сьогодні однакоке значення для будь-якої галактики і місцеположення у Всесвіті, вважатися сталою не може. Коли ми розглядали відносний рух трьох галактик в однорідному ізотропному просторі, ми довели, що H не залежить від відстані, але нічого не сказали про можливу залежність H від часу. Як кажуть, дозволено все, що не заборонено. Стала Габбла є функцією часу $H(t)$ і синхронно змінюється в усіх точках простору. Раніше $H(t)$ мала більші значення, ніж сьогодні, але ці зміни відбуваються настільки повільно, що помітити їх навіть за час існування людської цивілізації – дуже важке завдання.

Цікаво зазначити, що загальна теорія відносності і класична механіка передбачають залежність сталої Габбла від часу і, до того ж, дають дуже подібні вирази залежності відстані між віддаленими галактиками від часу $r(t)$. Тільки причини пояснюють по-різному.

За класичною механікою, галактики розлітаються подібно до речовини після вибуху. За загальної теорії відносності ми маємо справу не з власним рухом галактик, а з розширенням простору.

Найпростіше залежність $r(t)$ можна отримати, розглянувши закон збереження енергії у класичній механіці.

Як відомо, сили гравітації всередині масивної сферичної оболонки взаємно компенсуються. Оскільки всі напрямки у просторі рівноправні, можна скористатися сферичною симетрією, виділити великий об'єм з нашою галактикою у центрі і розглядати у подальшому розширення матерії утвореної кулі, нехтуючи гравітаційним впливом зовнішніх шарів. Тоді на галактику, яка знаходиться на поверхні кулі радіусом r , діятиме спрямована до центру сила гравітації

$$F = \frac{GmM}{r^2}.$$

де m – маса галактики; M – маса кулі.

Закон збереження енергії для цієї галактики матиме вигляд:

$$\frac{mv^2}{2} = \left(-\frac{GmM}{r} \right) = E. \quad (4)$$

Якщо знехтувати власним рухом галактики порівняно з її космологічним віддаленням від центру, швидкість v матиме тільки радіальну складову і дорівнюватиме похідній за часом від r :

$$v = \frac{dr}{dt} = r'(t).$$

Враховуючи це, рівняння (4) можна проінтегрувати та отримати три різні розв'язки залежно від того, який знак має повна енергія E : “+”, “-”, або “0”³.

Фізичну відмінність трьох розв'язків просто побачити із самого закону збереження (4) без будь-яких розрахунків. По-перше, зазначимо, що зі збільшенням відстані r , швидкість v зменшується. По-друге, за необмеженого

³У наступних публікаціях буде показано як закон додавання швидкостей дає змогу обійти інтегрування у низці цікавих фізичних випадків.



розширення сфери ($r \rightarrow \infty$) потенціальна енергія $-\frac{GmM}{r}$ прямує до нуля, і кінетична дорівнює повній. Це можливо тільки, коли $E \geq 0$, оскільки кінетична енергія не може бути від'ємною.

Якщо ж $E < 0$, необмежене розширення не можливе. Відстань до галактики збільшиться до максимального значення $r_m = -\frac{GmM}{E}$, коли галактика зупиниться і розпочне зворотній рух.

Випадок $E = 0$ можна розглядати як деякий граничний між сценарієм необмеженого швидкого розширення та обмеженого розширення з подальшим стисненням.

Для $E = 0$ із закону збереження енергії отримуємо найпростіше співвідношення

$$\frac{v^2}{2} = \frac{GmM}{r},$$

яке з урахуванням маси кулі

$$M = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$$

однорідно розподіленої матерії набуває вигляду:

$$\left(\frac{v}{r}\right)^2 = \frac{8}{3}\pi G\rho.$$

У дужках ліворуч від знаку рівності стоїть стала Габбла:

$$H^2 = \frac{8}{3}\pi G\rho. \quad (5)$$

Зрозуміло, що під час розширення зменшується густина ρ , а з нею, згідно з (5), і значення H .

Підставляючи у (5) сучасне значення сталої Габбла

$$H = 74 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк}),$$

отримуємо густину

$$\rho_c \approx 10^{-26} \text{ км}/\text{м}^3,$$

яка носить назву критичної. Виявляється, точно таку критичну густину дає і Загальна теорія відносності.

Якщо густина матерії у нашому Всесвіті виявиться меншою від критичної, розширення буде необмеженим (випадок $E > 0$), якщо ж більшою ($\rho > \rho_c$, $E < 0$) – розширення зміниться стисненням. Аналіз видимої речовини у Всесвіті показав, що її середня густина шестеро менша від критичної.

Отже, Всесвіт мав би розширюватись вічно. Але деякі факти згодом поставили такий висновок під сумнів. Зокрема, швидкість руху окраїнних зір і хмар водню у галактиках виявилась більшою, ніж очікувалось. Виходило, що справжня маса галактик перевищує масу відомої нам речовини, яка їх утворює і випромінює електромагнетні хвилі. Дивна річ, це перевищення маси виявилось саме таким, щоб загальна густина видимої і невидимої матерії майже співпала з критичною і, можливо, навіть трохи перевищила її. Невидима матерія отримала назву "темної".

⁴Наднові зорі класу Ia утворюються у подвійних зоряних системах внаслідок перетікання речовини із зорі-компаньйона до білого карлика (зоря сонячної маси, але земного розміру). Після збільшення маси білого карлика до межі Чандрасекара, він втрачає стійкість і вибухає... Межа Чандрасекара визначається через фундаментальні сталі: швидкість світла, гравітаційну сталу, сталу Планка, масу протона, а також через відношення кількості електронів до кількості нуклонів у речовині зорі. Тому залежно від хемічного складу зорі маса Чандрасекара дорівнює приблизно 1,38–1,44 сонячної. Це дає змогу досить точно розрахувати енергію спалаху наднової, і за тією енергією, яка доходить до Землі, використовувати наднові Ia як індикатори відстаней.



Природа темної матерії поки що не з'ясована. Найімовірніше, це ще не відкриті елементарні частинки, які зі звичайною речовиною взаємодіють тільки гравітаційно.

Але на цьому несподіванки не закінчились. Нещодавно аналіз спалахів віддалених наднових зір класу Ia⁴, показав, що розширення Всесвіту не сповільнюється, як слід очікувати з фізичних міркувань, а, навпаки, пришвидшується.

Пояснення цієї загадкової обставини було знайдено в рівняннях загальної теорії відносності. Все чудово узгоджується, якщо повернути у рівняння ЗТВ ту саму космологічну сталу Λ , яку колись додав до них Альберт Айнштейн, щоб побудувати стаціонарну модель Всесвіту, а тоді, після розв'язків Фрідмана і відкриття Габбла, визнав цей вчинок найбільшою помилкою у своєму житті. Як тепер зрозуміло, ця "помилка" виявилася геніальним передбаченням.

Космологічна стала Λ на рівні уявлень класичної механіки відповідає силам відштовхування, пропорційним відстаням. Відповідна їй енергія у двічі-тричі перевищує сукупну енергію усієї видимої й темної матерії і називається *темною енергією*.

Густина темної енергії

$$\rho_{\Lambda} = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G}$$

не змінюється з часом і за багато мільярдів років стане остаточно домінувати над зменшеною внаслідок розширення сукупною густиною енергії видимої й темної матерії.

Розширення Всесвіту тепер продовжуватиметься за законом

$$r = r_0 e^{Ht},$$

де H вже буде справжньою сталою

$$H = \sqrt{\frac{\Lambda c^2}{3}}.$$

Отже, найпростіша залежність відстані від часу, яку ми отримали для однорідного розподілу матерії, колись у майбутньому все ж таки стане реальністю.

Щодо минулого, на ранніх етапах еволюції Всесвіту густина матерії була значно більша, ніж сьогодні, й космологічна стала не впливала на перебіг подій.

Майже 13,7 млрд років тому ще не існувало ані зір, ані галактик. Матерія перебувала у щільному гарячому стані, який завдяки розширенню охолоджувався і став витокком водню і гелію – головних складових майбутніх зір...

Проте існує сценарій, за яким стадії гарячого Всесвіту передувало інфляційне експоненціальне роздування за тим самим законом

$$r = r_0 e^{Ht}$$

тільки зі значно більшим значенням H . Це дало змогу розв'язати декілька проблем ранньої космології, але привнесло нову – коли і чому величезне значення H раптово зменшилось?

Як бачимо, існує багато загадкових обставин в історії нашого світу. Надія розібратися в них у найближчі десятиріччя підтримується стрімким зростанням рівня експериментальних досліджень на пришвидшувачах, появою нових потужних наземних і космічних обсерваторій, талановитою молоддю, яка приходить до університетів і опановує сучасні ідеї та методи досліджень...

Нарешті тим, що у нашому світі, перефразовуючи Григорія Сковороду, все складне не потрібне, а все потрібне – не складне. Якби це було не так, чи вдалося б нам тільки з однорідності простору і додавання швидкостей отримати закон Габбла $\vec{v} = H(t)\vec{r}$, справедливий на всіх етапах еволюції, а також закон розширення Всесвіту у віддаленому майбутньому ($r = r_0 e^{Ht}$, де H – стала) і, вірогідно, на початку його існування?



УМОВИ ЗАДАЧ ІІІ (ОБЛАСНОГО) ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2010)

8 клас

Задача 1.

Автомобіль рухається по коловій трасі радіусом 500 м. Знайдіть середню лінійну швидкість автомобіля за 100 проходжень автомобілем траси, якщо перші 20 км він проїхав зі швидкістю 60 км/год, а решту шляху – зі швидкістю 15 м/с.

Задача 2.

Як потрібно змінити довжину нитки математичного маятника, щоб частота його коливань збільшилася в 9 разів.

Задача 3.

Тіло тягнуть горизонтальною площиною зі сталою швидкістю, приклавши до нього силу 18 кН. Коефіцієнт тертя тіла під час руху на цій поверхні дорівнює 0,5. Знайдіть масу тіла.

Задача 4.

T -подібний баштовий кран має висоту 100 м. Довжина консолі, до кінця якої прикріплена противага масою 15 т, дорівнює 25 м. Каретка, на якій знаходиться лебідка з тросом і електродвигуном та нерухомий блок, може вільно рухатися вздовж нерухомої стріли завдовжки 80 м. Маса одного метра троса становить 5 кг. Кран не може опустити вантаж нижче своєї

основи. Гак, до якого кріпиться вантаж, складається з двох окремих рухомих блоків, що жорстко зв'язані й рухаються паралельно. Маса гаку з блоками, кареткою та лебідкою без троса дорівнює 1 т. Каретка у такій конфігурації розрахована на максимальне навантаження 13 т. Якої максимальної маси корисний вантаж може підняти кран і на якій максимальній відстані каретки від башти? Вкажіть максимальну масу корисного вантажу, який може підняти кран на краю стріли.

Задача 5.

У рідині з густиною ρ_1 вага твердого тіла становить P_1 , а у рідині з густиною ρ_2 дорівнює P_2 . Знайдіть густину ρ твердого тіла.

9 клас

Задача 1.

У чайник вбудовано дві електроспіралі. Під час нагрівання за допомогою першої спіралі вода закипає за 10 хв, а під час нагрівання другою спіраллю – за 80 хв. Нехтуючи залежністю опору спіралей від температури, знайдіть за скільки часу закипить вода, якщо її нагрівають обома спіралями, під'єднаними до мережі послідовно?

Задача 2.

Кільце радіусом 1 м зварене з двох півкілець, швидкості звуку в яких 800 та 600 м/с, відповідно. Ударом у точці з'єднання півкілець у кільці збуджують звукові сигнали. Знайдіть довжини шляхів звукових сигналів до їхньої першої зустрічі?

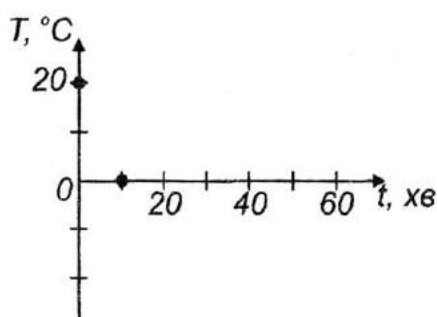
Задача 3.

Склянку, в яку налито 150 г води, помістили в морозильну камеру й одразу почали вимірювати температуру. У ході вимірювань з'ясували, що температура води за 10 хв опустилась від 20 до 0 °С. Вважаючи, що кількість теплоти, яку втрачає речовина в склянці за одиницю часу, не змінюється впродовж усього процесу охолодження:

а) побудуйте графік залежності температури вмісту склянки упродовж години (скористайтесь для цього системою координат, яку зображено на рисунку);

б) знайдіть масу льоду та води у склянці за півгодини після того, як склянку помістили в морозильну камеру.

Питома теплоємність води – 4,2 кДж/(кг·°С), льоду – 2,1 кДж/(кг·°С); питома теплота плавлення льоду – 333 кДж/кг.

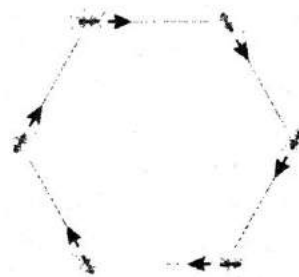
**Задача 4.**

Штучний супутник Землі рухається над екватором по коловій орбіті на відстані 3600 км від земної поверхні з лінійною швидкістю 6340 м/с. Визначте, скільки разів за добу він

пролетить над грінвіцьким меридіаном, якщо відлік доби почати за одну годину після моменту перебування супутника над ним. Радіус Землі – 6400 км.

Задача 5.

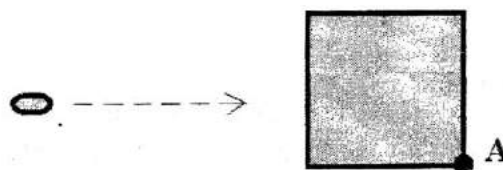
Шість мурашок, які в початковий момент часу перебувають у вершинах правильного шестикутника із довжиною ребра 10 см, одночасно починають рухатись зі швидкістю 5 мм/с так, що у будь-який момент часу кожна мурашка рухається у напрямку сусідньої як зображено на рисунку. За який час мурашки зустрінуться?



10 клас

Задача 1.

Автомобіль рухається з швидкістю $V_1 = 18$ км/год догори похилою дорогою, кут нахилу якої до горизонту дорівнює $\alpha = 60^\circ$. Під час руху донизу тією ж дорогою швидкість руху автомобіля $V_2 = 36$ км/год. Знайдіть швидкість V_3 , з якою рухатиметься автомобіль горизонтальною дорогою?

Задача 2.



Куля масою m летить у горизонтально паралельно до ребер куба і потрапляє в нього. Куб шарнірно закріплений у точці A . Маса куба M , довжина ребра дорівнює a . Траєкторія кулі проходить через центр куба. Знайдіть найменше значення швидкості кулі, після удару якої куб перекинеться? Втратами енергії в шарнірі знехтуйте. Маса кулі набагато менша від маси куба.

Задача 3.

Школярі вирішили провести такий експеримент. У банку з водою об'ємом 3 л опустили електричний нагрівник та закрили кришкою. За досить тривалий час вони зауважили, що вода не закипіла, а її температура дорівнює 80°C і не змінюється з часом. Чи вдасться їм за допомогою того ж нагрівника довести воду до 100°C у банках об'ємом 2 л та 1 л? Банки вважайте геометрично подібними і повністю заповненими водою. Початкова температура води 20°C і дорівнює температурі повітря в кімнаті.

Задача 4.

Горизонтальна циліндрична посудина закрита рухомих поршнем масою m , площею поперечного перерізу S , містить 1 моль одноатомного ідеального газу. Коефіцієнт тертя між поршнем і циліндром дорівнює k , початковий тиск та температура газу дорівнюють відповідно p_0 та P_0 . Нагрівник у посудині виділяє за одиницю часу кількість теплоти q . Зовнішній тиск дорівнює p_0 . Встановіть часові залежності температури та тиску газу в посудині та побудуйте їхні графіки.

Задача 5.

Дві однакові кульки підвішені в одній точці на нитках однакової довжини. Кулькам надали однаковий за кількістю та знаком заряд, в ре-

зультаті чого вони розійшлися на деякий кут. Після цього їх занурили у рідкий діелектрик. Густина матеріалу кульок ρ , а діелектрика ρ_1 ($\rho > \rho_1$). При якій діелектричній проникності рідини ε кут розходження ниток у рідині та повітрі буде однаковим?

II клас

Задача 1.

Мідний дріт масою m має електричний опір R . Знайдіть довжину дроту l та площу його поперечного перерізу S .

Задача 2.

У центрі відкачаної і запаяної з обох країв горизонтальної трубки завдовжки L знаходиться стовпчик ртуті завдовжки h . Якщо трубку поставити вертикально, стовпчик ртуті зміститься на l . До якого тиску p_0 було відкачано трубку?

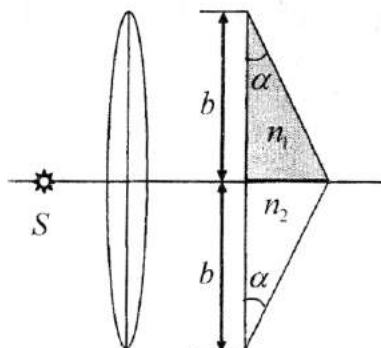
Задача 3.

Проекція вектора магнетної індукції B на вісь z дорівнює $B_z = B_0(1 + z/z_0)$, де B_0 та z_0 – сталі величини. З великої висоти падає мідне кільце діаметром d , що має електричний опір R . Площина кільця під час падіння весь час горизонтальна, а його центр рухається вздовж осі z . Знайдіть швидкість падіння мідного кільця V , якщо його маса дорівнює m . Опором повітря знехтуйте.

Задача 4.

На горизонтальній поверхні столу лежить однорідний куб маси m . До середини верхнього ребра куба прикріплена невагома нитка. Коефіцієнт тертя куба об поверхню столу $\mu < 0,5$. З якою мінімальною силою і в якому напрямку потрібно тягнути нитку, щоб куб почав перекидатись без проковзування.

Задача 5.



Точкове джерело світла S з довжиною хвилі λ перебуває у фокусі збірної лінзи. За лінзою розташована призма, яка склеєна з двох однакових стекел з показниками заломлення відповідно n_1 і n_2 ($n_1 > n_2$). Вісь лінзи проходить крізь точкове джерело світла і перпендикулярна до основи призми (див. рис.).

Розмір основи призми $2b$ менший від діаметра лінзи. Заломлюючі кути призми $\alpha \ll 1$ рад. Знайдіть максимальну кількість інтерференційних смуг, які можна спостерігати на екрані, розташованому перпендикулярно до осі лінзи за призмою.

У Тернополі з'явився музей видатного фізика Івана Пулюя

Тернопільський національний технічний університет свого часу цілком умотивовано назвали іменем видатного вченого у галузі фізики і електротехніки та громадського діяча Івана Пулюя. Він народився 165 років тому в невеликому містечку Гримайлів теперішнього Гусятинського району Тернопільщини. Вищу освіту здобував у Відні (тоді Західна Україна входила до складу Австро-Угорської імперії), куди син простого селянина добрався пішки.

Передусім Пулюй відомий світові як дослідник X -променів. Ще – як винахідник конструкції телефонних станцій та апаратів, шахтарських ламп, інших важливих для людства речей, а також автора кількох десятків цінних наукових праць. Іван Пулюй був талановитим публіцистом та перекладачем. Саме він спільно з Пантелеймоном Кулішем уперше переклав Біблію українською мовою. Чимало зробив і для захисту прав та свобод українського народу, розвитку культури та просвіти в рідній країні. Зокрема, будучи ректором Технічного університету в Празі, створив фонд допомоги бідним українським студентам, що навчалися за кордоном, а під час Першої світової війни разом з Іваном Горбачевським очолив комітет допомоги українським біженцям із Галичини. Іван Пулюй був членом Наукового товариства ім. Шевченка, почесним членом товариства “Січ” у Відні.

Усі основні віхи діяльності Івана Пулюя відображено в експонатах музею, що його відкрили у Тернопільському національному технічному університеті з нагоди 165-річчя славетного земляка. Упродовж десятиріч його ім'я було несправедливо забуто в Україні. І хоча раритетів у музеї поки що небагато, але цікавих матеріалів достатньо. Це листи, світлини, копії документів та найважливіших наукових праць. Безперечно, що є серед експонатів і славнозвісна “трубка Пулюя”, яку він сконструював власноруч і за допомогою якої навчився просвічувати предмети на добрих ...надцять років раніше за лавреата Нобелівської премії Вільгельма Конрада Рентгена.



Погруддя Івана Пулюя
у вестибюлі Тернопільського
національного технічного
університету

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ІІІ (ОБЛАСНОГО) ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2010)

8 клас

Задача 1

Середня лінійна швидкість автомобіля буде

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{S}{t} = \frac{2\pi RN}{\frac{2\pi RN_1}{V_1} + \frac{2\pi R(N-N_1)}{V_2}} = \\
 &= \frac{N}{\frac{N_1 V_2 + N V_1 - N_1 V_1}{V_1 V_2}} = \\
 &= \frac{V_1 V_2 N}{N_1 V_2 + V_1(N - N_1)} \approx \\
 &\approx 15,3 \text{ м/с} \approx 55,1 \text{ км/год}.
 \end{aligned}$$

Задача 2

$$T \propto \sqrt{l},$$

$$T = \frac{1}{\nu},$$

$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}},$$

$$\sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 9 \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = 81.$$

Довжину нитки математичного маятника потрібно зменшити у 81 разів.

Задача 3

$$F_T = \mu N = \mu mg.$$

Звідси випливає, що маса тіла буде

$$m = \frac{F_T}{\mu g} = \frac{18000}{0,5 \cdot 9,8} \approx 3674 \text{ кг}.$$

Задача 4

Знайдімо масу троса:

$$m_{\text{троса}} = 5 \text{ кг/м} \cdot 100 \text{ м} \cdot 4 = 2 \text{ т}.$$

Знайдімо максимальну масу вантажу:

$$m_{\text{макс. вантажу}} = 13 \text{ т} - 1 \text{ т} - 2 \text{ т} = 10 \text{ т}.$$

Знайдімо з умови рівноваги важеля максимальне плече важеля:

$$\begin{aligned}
 (m_{\text{гаку}} + m_{\text{каретки}} + m_{\text{троса}} + m_{\text{макс. вантажу}})x_m = \\
 = 15 \text{ т} \cdot 25 \text{ м}
 \end{aligned}$$

$$x = \frac{15 \text{ т} \cdot 25 \text{ м}}{13 \text{ т}} = 28,8 \text{ м}.$$

x – максимальний виліт за максимального навантаження.

$$(m + 3 \text{ т})80 \text{ м} = 15 \text{ т} \cdot 25 \text{ м}.$$

$$m = \frac{15 \text{ т} \cdot 5 \text{ м}}{16 \text{ м}} - 3 \text{ т} = 1,687 \text{ т}.$$

m – максимальна маса корисного вантажу за максимального вильоту.



Задача 5

$$P_1 = mg - F_{A_1} = gV(\rho - \rho_1) \quad (1)$$

$$P_2 = mg - F_{A_2} = gV(\rho - \rho_2) \quad (2)$$

З рівнянь (1) і (2) отримусмо рівняння (3) і (4), відповідно

$$gV = \frac{P_1}{\rho - \rho_1}, \quad (3)$$

$$gV = \frac{P_2}{\rho - \rho_2}. \quad (4)$$

Прирівнявши (3) і (4), одержимо:

$$P_1(\rho - \rho_2) = P_2(\rho - \rho_1),$$

$$P_1\rho - P_1\rho_2 = P_2\rho - P_2\rho_1,$$

$$\rho(P_1 - P_2) = P_1\rho_2 - P_2\rho_1.$$

Отже, густина твердого тіла буде:

$$\rho = \frac{P_1\rho_2 - P_2\rho_1}{P_1 - P_2}.$$

9 клас

Задача 1

Вважаймо, що потужність теплообміну чайника із зовнішнім середовищем набагато менша від потужності нагріву чайника електроспіралями, тобто, нехай кількість теплоти Q , яка потрібна для закипання води, є однаковою у всіх трьох випадках: нагрів першою спіраллю, нагрів другою спіраллю та нагрів послідовно з'єднаними спіралями. Знайдімо Q для цих трьох випадків із закону Джоуля–Ленца (врахувавши, що опір послідовно з'єднаних провідників дорівнює сумі їхніх опорів):

$$Q = \frac{U^2}{R_1} t_1, \quad (1)$$

$$Q = \frac{U^2}{R_2} t_2, \quad (2)$$

$$Q = \frac{U^2}{R_1 + R_2} t_3, \quad (3)$$

де t_1, t_2, t_3 – часи нагріву першою, другою та двома спіралями, відповідно; U – напруга в електромережі, R_1 та R_2 – опори електроспіралей.

Прирівнявши кількість теплоти для рівнянь (1)–(2) та (2)–(3), отримаємо систему рівнянь:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{t_1}{t_2}, \quad (4)$$

$$\frac{R_1}{R_2} + 1 = \frac{t_3}{t_2}. \quad (5)$$

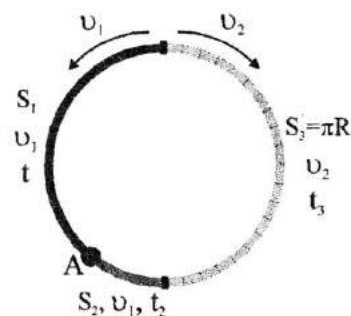
Із системи (4)–(5) маємо:

$$t_3 = t_1 + t_2 = 80 \text{ хв} + 10 \text{ хв} = 90 \text{ хв}.$$

Отже, вода закипить за 90 хвилин.

Задача 2

Нехай швидкість звуку в лівому півкільці є менша від швидкості в правому ($v_1 < v_2$), тоді місце зустрічі звукових хвиль знаходитиметься в лівому півкільці (точка A на рисунку). Нехай до зустрічі хвиль пройде час t . Хвиля, яка рухатиметься лівим півкільцем, пройде шлях S_1 зі швидкістю v_1 за час t . Хвиля, яка рухатиметься за годинниковою стрілкою, пройде праве півкільце (довжина шляху $S_3 = \pi R$) зі швидкістю v_2 за час t_3 та частину шляху (довжиною S_2) пройде у лівому півкільці зі швидкістю v_1 за час t_2 .



Сума відстаней S_1 та S_2 дорівнює довжині півкілця:

$$S_1 + S_2 = \pi R. \quad (1)$$

Друга хвиля до зустрічі сумарно рухатиметься упродовж часу t , тобто

$$t_2 + t_3 = t. \quad (2)$$

Враховуючи швидкості звуку у півкілцях, рівняння (2) запишімо у вигляді

$$\frac{S_2}{v_1} + \frac{\pi R}{v_2} = \frac{S_1}{v_1}. \quad (3)$$

Тоді з системи рівнянь (1) та (3) знайдемо, що

$$S_1 = \frac{\pi R}{2} \left(1 + \frac{v_1}{v_2} \right).$$

Отже, звукова хвиля, яка рухатиметься проти годинникової стрілки, пройде віддаль

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 1 \text{ м}}{2} \left(1 + \frac{600 \text{ м/с}}{800 \text{ м/с}} \right) = 2,74 \text{ м},$$

а звукова хвиля, яка рухатиметься за годинниковою стрілкою пройде

$$2\pi R - S_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 1 \text{ м} - 2,32 \text{ м} = 3,54 \text{ м}.$$

Отже, звукові хвилі до зустрічі пройдуть віддалі 2,74 та 3,54 м, відповідно.

Задача 3

Процес охолодження речовини в склянці зручно розбити на три етапи: на першому етапі тривалістю $t_1 = 10$ хв вода в склянці охолоджується до 0°C ; на другому етапі тривалістю t_2 завдяки втраті теплоти відбувається утворення льоду, третій етап тривалістю t_3 починається, коли вся вода перетворилась у лід, відбувається охолодження льоду.

Оскільки за умовою задачі потужність теплових втрат (кількість втраченої теплоти за одиницю часу) речовини в склянці стала в часі, то температура води на першому етапі змінюватиметься лінійно.

Температура суміші води та льоду становитиме 0°C , тому, щоб побудувати графік для другого етапу знайдемо його тривалість t_2 із рівності потужностей теплових втрат для першого та другого етапу:

$$\frac{c_w m_w \Delta T_1}{t_1} = \frac{\lambda m_e}{t_2},$$

де c_w – питома теплоємність води; m_w – маса води; ΔT_1 – зміна температури води на першому етапі; λ – питома теплота плавлення льоду.

Тоді

$$t_2 = t_1 \frac{\lambda}{c_w \Delta T_1} = 39,6 \text{ хв}.$$

Отже, $10 + 39,6 = 49,6$ хв після того як склянку поставили в холодильник, вся вода замерзне.

За умовою задачі графік залежності температури вмісту склянки потрібно побудувати упродовж години, тобто залишається побудувати ділянку тривалістю $t_3 = 60 - 49,6 = 10,4$ хв, на якій відбувається охолодження льоду.

Знайдемо, до якої температури охолотиться за цей час лід.

Як і в попередньому випадку прирівняймо кількості втраченої теплоти за одиницю часу для третього і, наприклад, другого етапу:

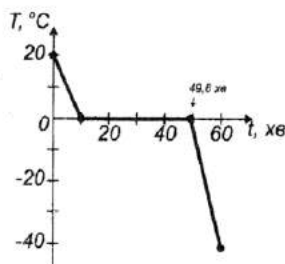
$$\frac{c_l m_e \Delta T_3}{t_3} = \frac{\lambda m_e}{t_2},$$

де c_l – питома теплоємність льоду; ΔT_3 – зміна температури льоду.

Звідки зміна температури льоду становить:

$$\Delta T_3 = \frac{\lambda t_3}{c_d t_2} = 41,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Знайшовши температурно-часові параметри процесу, побудуємо графік:



Знайдімо масу льоду та води за півгодини після того, як склянку помістили у морозильну камеру.

Оскільки, зрозуміло, що маса льоду, який утворюватиметься, є пропорційна до часу і, як ми з'ясували, вся вода перетвориться на лід за 39,6 хв, то за 20 хв від моменту початку замерзання частка льоду в склянці становитиме $\frac{20}{39,6}$.

Тоді маса льоду за півгодини після того, як склянку помістили у морозильну камеру, буде

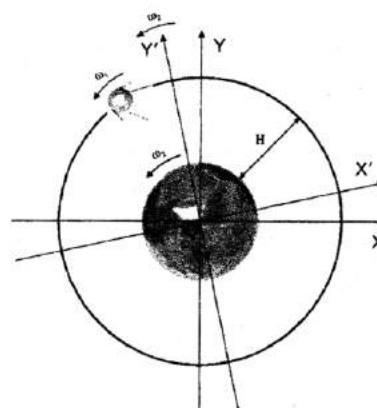
$$\frac{20}{39,6} 150 \text{ г} \approx 75,8 \text{ г},$$

а маса води відповідно буде 74,2 г.

Отже, за півгодини, після того як склянку помістили у морозильну камеру, маса льоду становитиме 75,8 г, а маса води – 74,2 г.

Задача 4

Розгляньмо рух супутника у системі відліку XOY (див. рис.), початок відліку якої зв'язаний з центром Землі, а напрямки осей є нерухомі відносно нерухомих зір.



Знайдімо кутову швидкість обертання супутника ω_1 :

$$\omega_1 = \frac{v}{R+H}, \quad (1)$$

де R – радіус Землі; H – висота орбіти супутника над поверхнею Землі.

Кутова швидкість обертання Землі ω_2 у системі відліку XOY становить:

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{T}, \quad (2)$$

де $T = 24$ год – період обертання Землі навколо власної осі.

Щоб визначити, скільки разів супутник за добу пролетить над меридіаном, зручно перейти до розгляду його руху в системі координат $X'OY'$, початок відліку якої зв'язаний з центром Землі, а напрямки осей є нерухомими відносно самої Землі.

(Система відліку $X'OY'$ обертається разом із Землею відносно системи XOY з кутовою швидкістю ω_2).

Оскільки для зменшення витрат пального потрібного для виведення супутників на орбіту, їх запускають у напрямку обертання Землі, то кутові швидкості ω_1 та ω_2 є співнапрямлені (див. рис.). Враховуючи відносність руху, знаходимо кутову швидкість ω супутника в системі $X'OY'$:

$$\omega = \omega_1 - \omega_2. \quad (3)$$

Тоді період T_1 , з яким супутник пролітає над певним меридіаном, становить:

$$T_1 = \frac{2\pi}{|\omega_1 - \omega_2|}. \quad (4)$$

А за одну добу він пролетить над тим самим меридіаном N разів:

$$N = \frac{T}{T_1}. \quad (5)$$

Підставивши в (5) співвідношення (1), (2), (4) знаходимо

$$N = \left| \frac{T}{2\pi(R+H)} \frac{v}{v} - 1 \right| = \left| \frac{24 \cdot 3600 \text{ с}}{6,28} \cdot \frac{6340 \text{ м/с}}{(6400 \cdot 10^3 \text{ м} + 3600 \cdot 10^3 \text{ м})} - 1 \right| \approx 7,72.$$

Одержаний результат вказує на те, що супутник гарантовано сім разів пролетить над певним меридіаном за добу. За умовою задачі відлік доби потрібно почати за годину після моменту перебування супутника над меридіаном. У цьому випадку супутник пролетить над грінвіцьким меридіаном 7 разів.

Отже, за добу супутник пролетить над грінвіцьким меридіаном 7 разів.

Задача 5

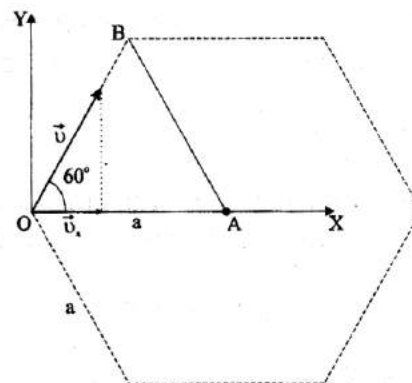
З огляду на симетрію розташування мурашок у початковий момент часу, симетрію напрямків руху та те, що їхні швидкості є однакові за модулем зрозуміло, що в будь-який момент ча-

су до зустрічі мурашки знаходяться у вершинах правильного шестикутника. Також із міркувань симетрії зрозуміло, що місцем зустрічі мурашок буде центр шестикутника (точка A на рис.). Враховуючи це, розглянемо рух мурашки, яка в початковий момент часу знаходиться в точці O .

Виберімо для опису її руху систему координат так, щоб її початок відліку співпадав із положенням мурашки, а вісь Ox у будь-який момент часу була спрямована до центра шестикутника.

З рисунка видно, що швидкість (\vec{v}_x), з якою мурашка наближатиметься до точки A , є сталою в часі, а її модуль дорівнює довжині проекції її швидкості \vec{v} на вісь Ox . Оскільки трикутник ABO рівносторонній, то

$$v_x = v \cdot \cos 60^\circ$$



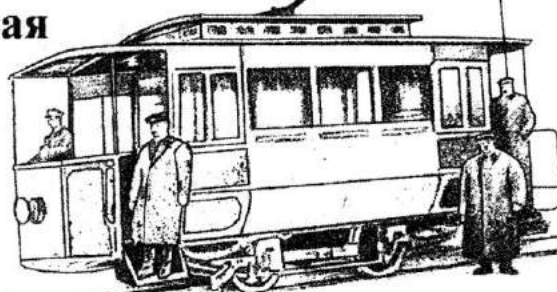
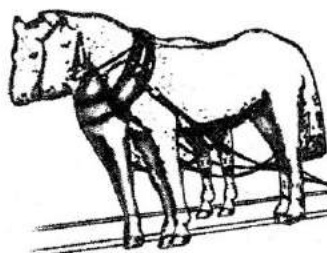
Оскільки відстань $|OA|$ дорівнює довжині ребра шестикутника, то на те, щоб добратись із точки O в точку A , мурашка затратить час

$$t = \frac{a}{v \cdot \cos 60^\circ} = 40 \text{ с.}$$

Отже, мурашки зустрінуться за 40 с.



Українець Федір Піроцький – винахідник першого трамвая



*“Повези мене туди, де зелена трава.
Повези мене за місто, де асфальту нема.
Повези мене туди, де природа сама.
Повези, повези, старенький трамвай!”*

Коли Федір Піроцький побачив фінські водопади, у нього майнула думка: “Скільки енергії пропадає марно!” Відтоді він міркував над тим, як передати цю енергію на відстань, перетворивши на струм. Він думав, що для ефективної передачі енергії на велику відстань потрібна велика напруга. Винахідник пішов іншим шляхом: вирішив у багато разів зменшити опір провідників. Ідея була помилковою, та саме ця помилка допомогла йому винайти трамвай.

Він міркував так. Щоб зменшити разів у п'ятсот внутрішній опір провідника, слід відповідно збільшити площу його поперечного перерізу. Де взяти такий незвичайний провідник? А чому, власне, незвичайний? Адже це може бути рейка! Так з'явилася ідея підводити струм до електродвигуна по рейках.

Майбутній винахідник і науковець Піроцький Федір Аполонович народився 25 лютого 1845 року в сім'ї армійського штабс-лікаря, вихідця з козацької родини Аполлона Піроцького у сотенному містечку Сенча Лохвицького повіту на Полтавщині. З діда-прадіда Піроцькі були вільними козаками або служили в державному війську. Він закінчив юнкерський клас Михайлівського артилерійського училища, служив у Києві, працював у Головному артилерійському управлінні в Петербурзі.

Винахідник 1876 року результати своїх досліджень опублікував у “Інженерному журналі” і розіслав відомим фізикам та інженерам. А 12 квітня 1880 року на першій спеціальній електротехнічній

виставці у Петербурзі Ф. Піроцький продемонстрував свої проекти і зробив доповідь: “Передача електроенергії на необмежені відстані за допомогою гальванічного струму.

Ф. Піроцький також створив перший у світі проект гідроелектростанції, був автором опису печі для виплавлення металу і водночас для опалення, проекту передачі телеграфних сигналів по електричних рейках.

У Києві 2 червня 1892 року було відкрито регулярний трамвайний рух.

За кресленнями Ф. Піроцького, які він представив на електротехнічній виставці в Парижі, згодом фірма “Сіменс і Гальске” ввела в дію трамвай, що курсував між Берліном і Ліктельфельдом.

Ф. Піроцький 1888 року вийшовши у відставку в чині полковника, переїхав до Олешківського повіту, а згодом у м. Олешки (нині м. Цюрупинськ). 8 лютого 1898 року Ф. Піроцького знайшли мертвим. У газеті “Юг” від 22 травня вміщено замітку: “Ніяких грошей при ньому не знайшли і його знайомі поховали його в кредит, за рахунок описаного і пізніше проданого майна...”

За два роки (1894) у Львові, раніше, ніж Парижі, Відні, Варшаві (1908), Санкт-Петербурзі (1907), Москві (1899) відкрили перший в Австро-Угорській імперії регулярний маршрут електричного трамвая. Перший кінний трамвай у Львові запустила італійська фірма “Соцієта Трієстине Трамвай” 1880 року.

До 165-річчя від дня народження
Івана Пулюя

ЕПІСТОЛЯРНА СПАДЩИНА ІВАНА ПУЛЮЯ

Ярослав Довгий, Роман Пляцко

Рецензія на книжку: "Іван Пулюй. Листи." Збір, упорядкування, пояснення та "Слово до читача" Ольги Збожної. – Тернопіль: Воля, 2007. – 544 с. + 36.



Вихід у світ цього видання став помітною подією для всіх, кому не байдужа українська духовність, історія та культура. Постать Івана Пулюя (1845–1918) надзвичайно масштабна і багатогранна. Він упродовж трьох десятиріч був не лише визнаним лідером у багатьох напрямках досліджень у царині фізики й електротехніки, а й послідовно здійснював масштабну програму піднесення рідного народу до висот духовності. Працюючи майже все свідоме життя за межами України, голов-но в Празі та Відні, саме він узяв на себе обов'язок розбудови усєї системи освіти – від початкової школи до українського університету у Львові, від невеликого молитовника до пов-

ного видання Біблії, від підручників з геометрії та ботаніки для гімназій до публікації актуальних наукових праць українською мовою. Досягнувши особистих вершин у науці, він наполегливо торував шлях до таких вершин іншим. Його віра в майбутнє рідного народу була безмежною, а практичні кроки до його досягнення – надзвичайно дієвими.

Від задуму п. Ольги Збожної зібрати і видати листи І. Пулюя до його здійснення минуло майже 15 років, наповнених наполегливими пошуками в архівах Львова, Києва, Чернігова, Харкова. У книжці подано 298 листів у їх оригінальному написанні, без редакторських змін. Хронологічно перший лист датований січнем 1864 року, останній – листопадом 1917 року, тобто період від юнацьких літ до останніх місяців життя. Адресатами є відомі діячі української науки та культури Олександра Куліш, Михайло Павлик, Олександр Барвінський, Іван Нечуй–Левицький, Борис Грінченко, Володимир Гнатюк, Володимир Левицький, Іван Горбачевський, Юліян Романчук, Володимир Дорошенко, Омелян Бачинський, Данило Таянчевич та інші, а також громадські організації, офіційні установи, редакції періодичних видань, поміж них Наукове товариство ім. Шевченка, Союз визволення України, Академія наук у Петербурзі, редакція "Літературно-наукового вісника", Лондонське біблійне товариство.

Уже з перших листів Іван Пулюй постає виразно сформованою особистістю з чіткими



моральними принципами, почуттям високого патріотичного обов'язку, гострим відчуттям справедливості, готовністю до важкої праці всупереч найнесприятливішим обставинам. Відомо, що в Тернопільській гімназії Пулюй був одним із організаторів і натхненником таємного товариства студентів-українців "Громада". У листі до побратима-громадівця від 20 січня 1864 року читаємо: *"Як же ж мені не радуватися, згадавши ті щирі молоді серця, котрі пізнавши нашу народну ідею племінють гарячою любов'ю до сестриці нашої України, в котрих живе дух правдивого патріотизму, котрі готові принести Отчині в дарі все, що їм найдорожче, навіть коли б того треба було, своє життя, свій цвітучий вік!"*

А за два роки, уже як студент-теолог Віденського університету, з радістю повідомляє про згуртованість української молоді, що виявилась під час вшанування пам'яті Кобзаря: *"Дня 10-го марця обійшлисьмо Роковини Шевченка. Та славно вже відбулися! Усі Слов'яни здивувалися. Ми хоть числом від них менші, то таки щодо діла їм наперед нас не вирвуться. Усі допитувалися кільки нас є у Відні та все дуже чудувалися, коли вчули відповідь до двадцятьох"*.

Далі зазначає, що на урочистостях були присутні до 300 осіб, серед них багато студентів-чехів, які під час концерту вигукували: *"Прекрасно, русини, прекрасно!"* Цілком закономірно, що 1868 року Пулюй став одним із засновників легального студентського товариства "Січ" у Відні, а в роках 1872–1873 був його головою.

У Відні 1871 року розпочалась спільна праця І. Пулюя та П. Куліша над перекладом Біблії. Про це Пулюй згадує у листі до О. Барвінського, датованому серпнем 1878 року: *"Робили ми сей переклад більше як сім місяців день в день від рання до пізної ночі. Над иншими словами думали ми тиждні, місяці, поки рішились його прийняти"*.

Із багатьох листів І. Пулюя до Олександри Куліш, Івана Нечуя–Левицького, Лондонського біблійного товариства та інших адресатів дізнаємось, яких значних зусиль він доклав до виходу у світ повного перекладу Біблії (1903). Водночас з метою добитись дозволу легального поширення на території Російської імперії українського перекладу Біблії звертався з аргументованими листами до Головного управління у справах друку в Петербурзі, Академії наук, окремих державних осіб. Зокрема, в листі до згаданого управління від 20 січня 1904 р. писав: *"Переклади святого Письма дозволені в Російській імперії на більше як 36 мовах. Вільно там навіть Монголам, Туркам і Татарам читати і проповідувати слово Боже на своїй мові, вільно й Полякам і таким слов'янським народам, як Серби, Болгари та Чехи, що, живучи розсіяні по всій Імперії, становлять тільки малесенький процент російського населення, не вільно тільки – 25 мільйоновому русько-українському народові, хоч він з московським ще й одновірний"*.

Іван Пулюй був невтомним натхненником у ще одній надзвичайно важливій справі для української науки та культури – заснування у Львові українського університету. Разом з Іваном Горбачевським 26 січня 1902 року передав міністрові освіти Австро–Угорщини меморіал щодо відкриття такого університету. У листі до І. Нечуя–Левицького від 13 лютого 1902 року читаємо: *"Поки що стоїть тая справа погано, але я не сумніваюсь, що Русини таки дождуться свого університету в Галичині, коли тільки працюватимуть дальше в науках і вірно постоють за свої права. Нема здобутків на світі без праці і жертв"*.

Пулюй закликав активізувати зусилля у цій справі О. Барвінського та Ю. Романчука, депутатів Віденського парламенту, про що свідчать листи до них. Врешті, 29 листопада 1912 року уряд ухвалив відкрити український університет у Львові не пізніше початку 1916 року (чим



викликав у край негативну реакцію російської влади), що не було реалізовано через початок війни.

Як відомо, І. Пулюй був серед перших видатних українських науковців, обраних 1899 року дійсними членами Наукового товариства ім. Шевченка. На сторінках “Збірника математично-природописно-лікарської секції НТШ”, першого періодичного видання українською мовою у царині природничих і точних наук, публікував результати своїх оригінальних досліджень. У цьому контексті цікавий лист до О. Барвінського (голови НТШ у 1893–1896 рр.) від 30 січня 1893 року, в якому І. Пулюй високо оцінив становлення НТШ як поважної наукової інституції:

“Добре діло зробили Русини, що розложили огніско науки в товаристві імени Шевченка ... Нехай же росте і кріпшає ваше наукове товариство. Доложу і я децо із своєї праці по моїх силах і прошу мене залічити до секції для наук природних і медичних.”

Листи останніх років життя Івана Пулюя пройняті глибокими переживаннями за долю України. У листі до Теофіла Окуневського від 20 листопада 1917 року читаємо:

“Справа відбудови Польщі і прилучення до неї Галичини, що так сильно зворушила ум і серце нашої інтелігенції і послів наших, не сходить мені з думки і мучить мене вдень і вночі, бо й сон мене не береться від зворушення і пересердя. Я бачу, що тепер надходить дуже грізний час і що треба всім українцям більше як коли одностайно стати і боротися з ворогами нашими”.

Загалом листи І. Пулюя увиразнюють унікальність його постаті й водночас вони є важливим джерелом знань про пекучі проблеми буття українців Галичини і Наддніпрянщини другої половини ХІХ – початку ХХ сторіч, про активізацію їхніх зусиль задля національно-культурного розвитку, шляхи досягнення високих цілей через згуртування зусиль усіх верств суспільства.

Епістолярій – жанр особливий. Він відображає живий образ автора, його сокровенні роздуми. Адже кожен лист – це наче новела. Недарма деякі письменники свої художні твори імітують під цей жанр. Епістолярій – наче зафіксована “усна історія”, писана за оповідями очевидців.

Поцінування епістолярії, збереження листів та щоденників у домашніх та офіційних архівах – це збереження пам’яті про близьких та видатних людей, про доленосні події. Така прикмета вважається атрибутом культурності та доброї людської вихованості. Деколи (особливо за умов окупаційних, тоталітарних режимів) це вимагає винахідливості, мужності й відваги.

Епістолярна спадщина наповнює історичні знання такими подробицями, яких в інших джерелах годі й знайти.

Книжку “Іван Пулюй. Листи” створила невтомна трудівниця, ентузіаст і справжній науковець п. Ольга Збожна. Автентичність текстів і наукові коментарі упорядника роблять це видання цінним джерелом для біографів Івана Пулюя, для істориків науки, термінологів, а також для тих, хто цікавитиметься політико-культурологічними обставинами того часу. Звертає на себе увагу культура подачі документальних матеріалів (зокрема, світлин, архівних документів) з пунктуальним посиланням на джерела. Заслужують на увагу ґрунтовні пояснення до листів, укладання яких вимагало опрацювання великої кількості додаткових джерел. (В окремих випадках, щоправда, не вдалося уникнути деяких неточностей, як, наприклад, у поясненні під номером 12 на с. 141 – вказане там прізвище стосується не Івана Пулюя, а Цезаря Білиловського).

Нарешті, не можемо не відзначити ошатність видання рецензованої книжки. Її приємно не те що читати, а тримати в руках. Тут не обійшлося без спонсорства. Д-р Ольга Збожна і тут демонструє менеджерську культуру, висловлюючи подяку кожному зосібна.

Шаромова В. Фізика та астрономія у школі: українознавчий аспект. Позакласні заходи. Частина перша. – Тернопіль: Видавництво “Підручники і посібники”, 2008. – 224 с.

У посібнику вміщено розробки тематичних фізичних вечорів, конференцій, усних журналів, творчих ігор з української тематики, ефективне використання яких можливе і на уроках, і в позакласній роботі за умови творчого підходу.

Пропоновані матеріали допоможуть учителям проводити відповідні заходи, науково-популярну роботу з учнями, зокрема у межах Фестивалю науки, ініційованого вперше в Україні 2007 року.

Посібник рекомендовано для вчителів фізики та астрономії загальноосвітніх навчальних закладів, викладачів професійно-технічних і вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації, старшокласників.



Шаромова В. Українські фізики та астрономи. Посібник-довідник. – Тернопіль: Видавництво “Підручники і посібники”, 2009. – 352 с.

На терені фізичних досліджень українці здобули багато першовартісних результатів, які є вагомим внеском у розвиток світової науки.



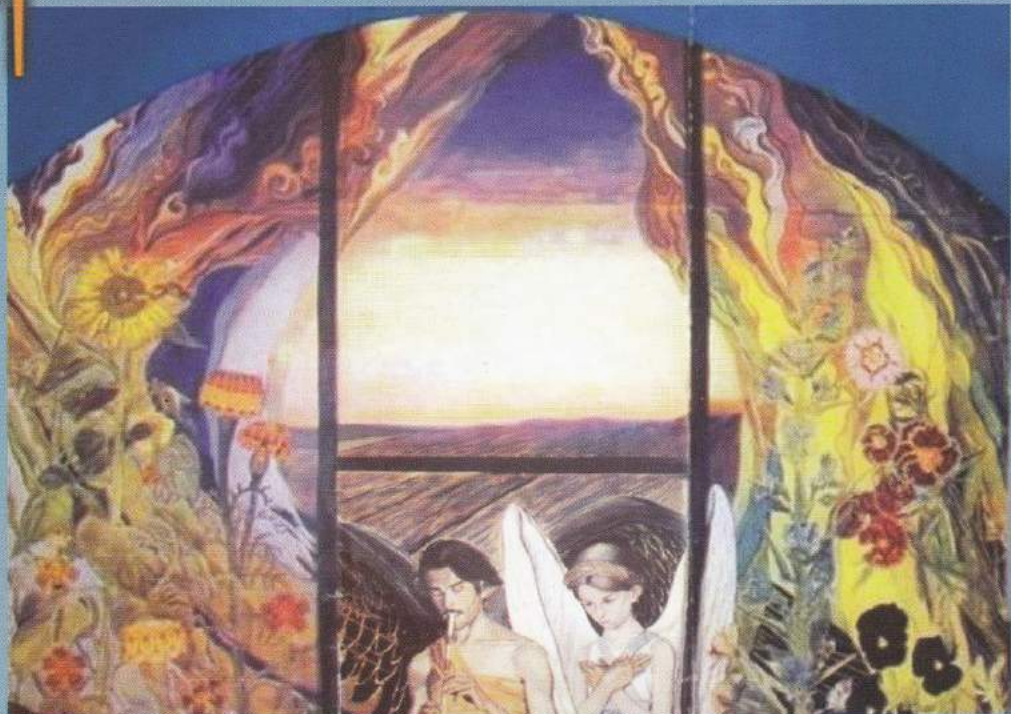
У посібнику вміщено короткі відомості про життя й наукову діяльність понад 510 українських фізиків і 98 астрономів, видатних винахідників минулого та сучасності. Зокрема, подано відомості про вчених, які народились і працюють в Україні, іноземних учених українського походження. Подано також хронологію визначних досягнень, наукових здобутків, технічних винаходів, відкриттів, зроблених українськими фізиками та астрономами. Читач знайде в посібнику стислу інформацію про астрономічні заклади в Україні.

Посібник містить також розділ “Географія місць народження українських фізиків та астрономів”.

Посібник рекомендовано для вчителів фізики та астрономії, учнів загальноосвітніх навчальних закладів, викладачів і студентів, усіх, хто цікавиться історією розвитку фізики та астрономії.

ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!

**Не забудьте передплатити
науково-популярний журнал “Світ фізики”,
попередні числа видання можна замовити
в редакції журналу за адресою:
вул. Саксаганського, 1,
м. Львів, 79005, а/с 6700;
Phworld@franko.lviv.ua**



**Михайло
ЖУК**
(1883–1964)
Панно
"Біле і чорне".
1912 р.

Михайло Жук народився у містечку Каховка на Херсонщині в сім'ї робітника-маляра. Йому рано довелося розпочати трудове життя. З восьми років працював на сезонних роботах на Дніпрі: здирав кору з колод на плотах, фарбував паркани, підмальовував вивіски та образи, викреслював паркети на підлогах.

У 1896–1899 рр. навчався у рисувальній школі Миколи Мурашка в Києві. Упродовж року студіював у Валентина Серова у Московському училищі живопису, скульптури та архітектури. М. Жук закінчив Краківську академію мистецтв 1904 р. Його ранні роботи "Дівчина в кріслі", "Гуцул" (1902), "Жіночий портрет", "Дівчина в польському костюмі" (1903), "Портрет батька" (1904) виразно демонструють вплив західноєвропейського модерну, тяжіння до орнаментально-декоративного стилю. Вдаючись до символіки, автор вбачав основне завдання художника не лише в поетизації образів, а й наповненні їх асоціативним змістом.

Перша персональна виставка М. Жука відбулася в Києві (1904), в залах Міського музею (нині Національний музей). Зі спогадів художника відомо, що великого успіху вона не мала, хоча менше ніж за рік на виставці у Львові ті самі твори позитивно оцінили не лише шанувальники образотворчого мистецтва, а й критики, зокрема Іван Труш.

У 1920-ті роки М. Жук працював у багатьох галузях образотворчого мистецтва. Йому були підвладні техніки: офорту, деревориту, літографії, лінориту... Він ретельно досліджував народний орнамент, щоб, реконструювавши його, створити свій. У народному дусі оздоблював тканини та керамічні вироби.

Портретна творчість М. Жука – вагомий внесок у скарбницю української культури. Григорій Сковорода, Тарас Шевченко, Іван Франко, Леся Українка, Іван Нечуй-Левицький, Марко Вовчок, Пантелеймон Куліш, Василь Стефаник, Микола Лисенко, Микола Вороний, Василь Кричевський, Олекса Новаківський, Георгій Нарбут, Олександр Мурашко – ось образи дорогих йому людей, яких він невтомно малював та залишив для нащадків.