

СВІТ ФІЗИКИ

№4
2008

науково-популярний журнал



“Для тих же, хто вірить у життєдайність українського народу, утворення Академії наук має величезну вагу, являється національною потребою...”

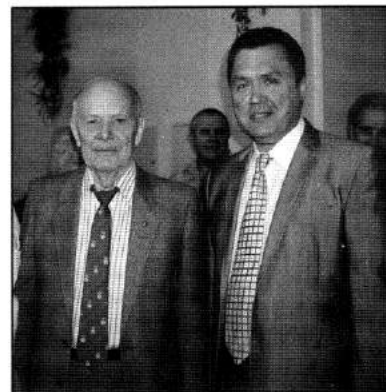
М. Василенко

НАЦІОНАЛЬНІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ – 90 років

**“ЗАКОН УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВИ
ПРО ЗАСНУВАННЯ
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
В м. КИЄВІ”**
14 листопада 1918 року

Затверджую
ПАВЛО СКОРОПАДСЬКИЙ
14 листопада 1918 року м. Київ

**УХВАЛЕНИЙ РАДОЮ МІНІСТРІВ
ЗАКОН ПРО ЗАСНУВАННЯ
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
В м. КИЄВІ**



*Академіки Б. Патон
і В. Семиноженко*



*Академік
В. Бар'яhtar*



*Член-кореспондент НАН України
Р. Кушнір та академік О. Шпенік*



*Академік
І. Юхновський*



*Академік
А. Наумовець*



Академік М. Бродін

*Редакція журналу “Світ фізики” вітає
Національну академію наук України з ювілеєм –
90-річчям від часу заснування.*

*Бажаємо усім науковцям НАН України великих наукових досягнень
та відкриттів на благо українського народу.*

Редколегія

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

Олекса Біланюк

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

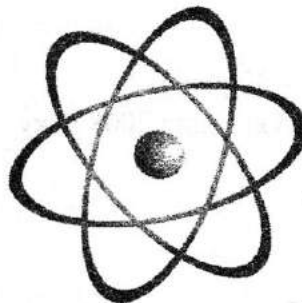
www.franko.lviv.ua/publish/phworld

"...Стосовно історії Української академії наук існує декілька історичних версій. Найглибший екскурс у минуле зробив М. Грушевський, який вважав "старшою і першою в ряді академій Києва" так звану Київську академію доби Ярослава, "явище всесвітнього порядку, варте глибокої уваги і всебічного дослідження".

На жаль, поглиблене вивчення цього феномену ускладнюється нестачею відповідних джерел і відсутністю імен тих "книжних людей", що були авторами оригінальних і перекладних творів на київській кафедрі святої Софії у XI ст.

Наступним "вузловим академічним пунктом" в історії України М. Грушевський вважав Києво-Могилянську академію, "велике огнище освіти, що обслуговувала всю Російську імперію – Східну Європу і Північну Азію, з одного боку, Українські і Білоруські закордонні землі і православні краї Балканські, з другого".

І, нарешті Українська академія наук, 1918 року – останній ступінь завершення того процесу, що остаточно виявив роль Києва "як великого історичного огнища, що громадило економічні засоби, соціальні і культурні сили і акумулюючи їх працю, стільки разів заряджало сею культурною і суспільною творчою енергією широкі простори і много-мільйонні маси України, Східної Європи і Євразії..."



*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

Локтєв Вадим. Про напрями, що визначатимуть розвиток фізики у XXI сторіччі

Національній академії наук України – 90 років

Яцків Ярослав. Золота ера астрономії

3

12

17

2. Фізика України

Шопа Галина. Легендарний президент НАН України (до 90-річчя від дня народження)

22

3. Інформація

Винахідник у галузі радіозв'язку

29

4. Нобелівські лавреати

Шопа Галина, Гальчинський Олександр. Порушення симетрії в природі

30

5. Олімпіади, турніри...

Орлянський Олег. Особливості закону додавання швидкостей

34

Випускний екзамен з фізики у США

43

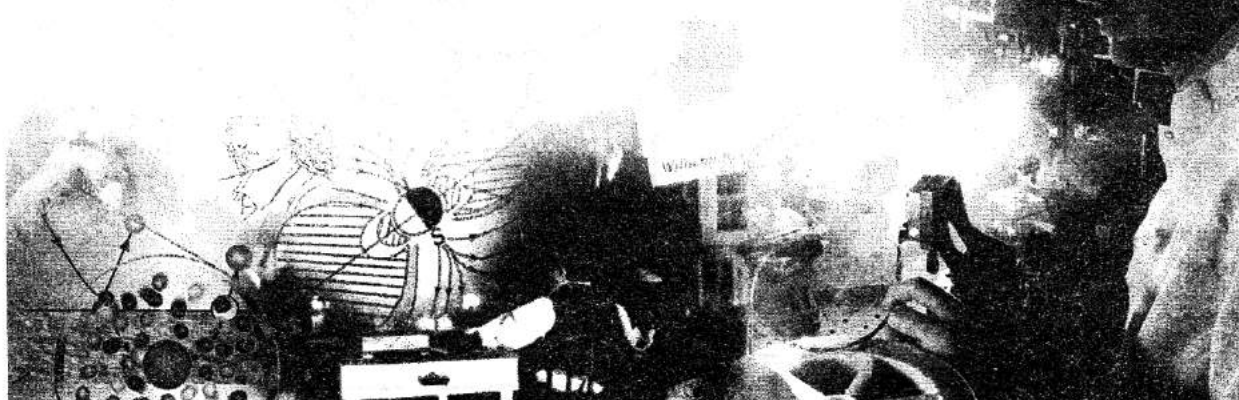
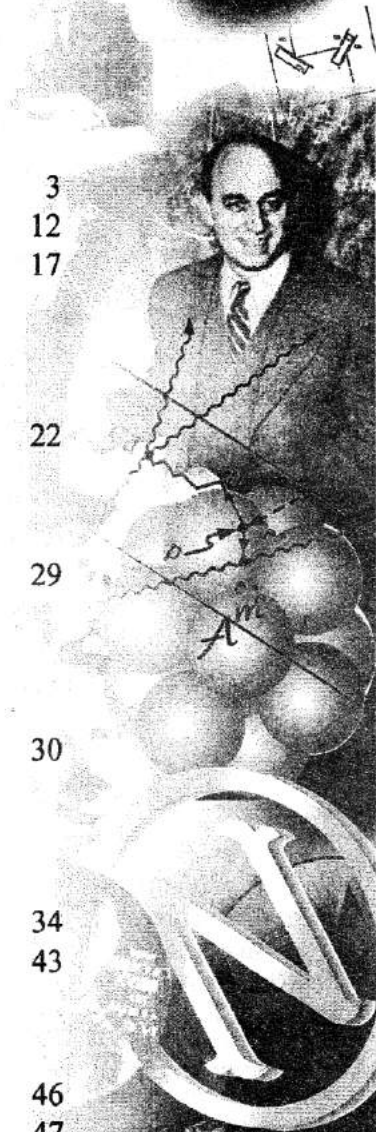
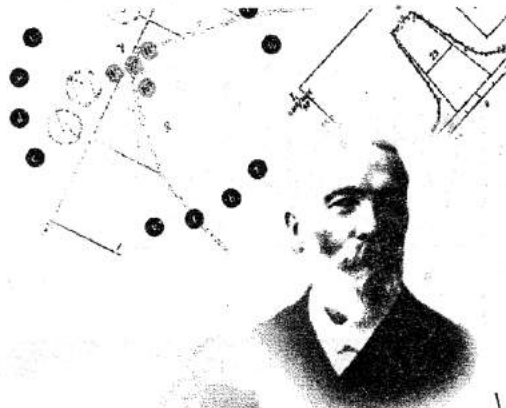
6. Інформація

Комп'ютерній миші – 40 років

46

Найбільші наукові досягнення 2008 року

47





ПРО НАПРЯМИ, ЩО ВИЗНАЧАТИМУТЬ РОЗВИТОК ФІЗИКИ У ХХІ СТОРІЧЧІ

Вадим Локтєв,

*академік-секретар Відділення фізики і астрономії
Національної академії наук України, академік НАН України*

*Як нам жити без ХХ століття?
Ще недавно були часи,
коли приналежність до цього століття
вважалася ознакою передовизни,
про таку людину казали:
"Справжня людина ХХ століття!"
Як швидко це все минає...*

Микола Амосов

Нечувано швидкі зміни, що відбуваються у цивілізаційному розвитку людства, вражають. Буквально на очах одного-двох поколінь технічний і навіть побутовий ландшафт нашого буття перетворився кардинально, що майже цілком зобов'язане відкриттям у науці – фізиці, хімії, біології тощо. Будь-який підліток чи школяр може легко про це дізнатися із газет, телебачення, але, насамперед, від своїх батьків, які, не виключено, народилися, коли ще не було ні польотів людини у космічний простір, ні кольорового, а тим паче, цифрового телебачення, ні мобільного зв'язку, ні багато-багато чого ще. І якщо порівнювати розвиток (або краще швидкість розвитку) в різні часи вже самої науки як окремої галузі впродовж її історії, яка по суті налічує не більше 300–400 років, то стає очевидним, що він лише пришвидшується.

Особливо помітним цей розвиток став наприкінці минулого століття, і немає ніяких сумнівів, що в найближчому майбутньому він,

як мінімум, не повільнішає. Гігантськими кроками йде накопичення і потреба опрацювання величезних обсягів різноманітної інформації, що не дає змоги в одній, навіть відносно великій, статті спробувати хоча б приблизно відповісти на запитання: а що ж нас чекає в столітті, перша декада якого поступово добігає кінця?

Друга причина, яка спонукає до подібних роздумів, – це нещодавно відзначений 90-річний ювілей Національної академії наук України, яка, навпаки, вступила в останню декаду свого першого столітнього існування і можна починати підводити деякі попередні підсумки впливу наукової діяльності на світову цивілізацію.

Поставлену мету слід вважати занадто амбіційною навіть у тому випадку, якщо мова йде лише про одну із згаданих вище наук – фізику. Проте я ризикну зробити спробу поділитися з молоддю, що читає науково-популярний журнал "Світ фізики", своїми думками. На це мене надихає велика власна віра у непереборну силу знань, які за висловом К. Маркса давно перетворились у найпотужнішу продуктивну силу. Якщо порівнювати роль тієї чи іншої природничої науки, то легко переконатися, що провідне місце серед них, безумовно, посідає фізика. Такий висновок безпосередньо випливає з того, що фізика серед усіх когні-



тивних наук *найфундаментальніша* наука, або така, що вивчає найглибші та найзагальніші закони не лише природи Землі, яка нас оточує, а й Всесвіту. Відкриті нею (або, мабуть, краще казати, фізиками) закономірності, в свою чергу, лежать в основі і фізичних, і хімічних, і біологічних, і геологічних, і космологічних процесів, з якими стикається або може зіткнутися в майбутньому людство.

Щоб більш-менш повно розкрити тему статті, вважаю слушним спочатку хоча б фрагментарно простежити, якою була і до чого в світі призвела фізика попереднього, ХХ, століття. Найчастіше, гадаю, його сьогоднішні школярі вивчають як сторіччя революцій і світових воєн і, водночас, століття соціальних потрясінь. Важко заперечувати очевидне, і це, про що переконливо свідчать історичні події, відповідає дійсності. Але водночас різні країни не лише воювали одна з одною за території та природничі ресурси, а люди в цих країнах відстоювали свої соціальні права. Інтенсивна і неперервна пошукова робота йшла і в наукових (передусім, університетських) лабораторіях, де попри війни, революції та світові (як нинішня) економічні кризи, порівняно невеликі групи ентузіастів самовіддано і сумлінно виконували обрану ними для себе, але, як швидко з'ясувалось, конче потрібну всім справу – пізнання тайн будови і дослідження невідомих властивостей оточуючої матерії в різних її виявах – від мікро- до макросвіту. Згодом все це по суті й склало предмет *фізичного* наукового підходу. Тому наслідком стверджувати, що з повним правом минуле століття можна і треба називати *століттям фізики*.

Саме її розвитком зумовлений неймовірний техніко-технологічний поступ людства та його найвідоміші непересічні для людини наукові, технічні та інженерні досягнення (серед яких, якщо бути чесним, є й не тільки з позначкою “плюс”, коли, наприклад, пригадати зброю масового знищення).

Важливо усвідомлювати, що небачені можливості суспільства значною мірою зобов'язані відкриттям у галузі знань, яка, стрімко і все ще непередбачено, розвиваючись, водночас залишається й однією з найдревніших, оскільки, і на цьому варто наголосити, генії античного природознавства Аристотель, Архімед, Демокрит та інші віддалені від нас понад двома тисячоліттями.

Якщо ж повернутися до фізики ХХ сторіччя, то, впевнений, не помилюсь, що її основним досягненням стало торжество ідеї *квантів* і побудова *квантової теорії*.

Історики науки надійно встановили, що здогадка про кванти не була немотивованою вигадкою геніального розуму, а як і переважна більшість інших глибоких ідей в природничих науках, визріла на тлі експериментальних спостережень і твердо встановлених фактів. Зокрема, з'ясувалось, що поняття про кванти становить основний елемент гіпотези, що веде до кінцевого успіху в розумінні певного питання. Трошки докладніше можна сказати, що їх було залучено для пояснення спектрів випромінювання нагрітими тілами, оскільки кінець ХІХ і початок ХХ сторіччя ознаменувалися бурним прогресом в електриці та світлотехніці, який не міг не виникнути після створення ламп освітлення. А щоб просунутися у цих, дуже заплутаних на той час, практичних проблемах здешевлення і застосування таких ламп, треба було спочатку розібратися у низці виключно фундаментальних задач, на які в той час, кажучи сучасною мовою, створився суспільний попит і тому ними займалося багато фізиків.

Першим, кому вдалося зробити принциповий крок, став, як відомо навіть школярам, видатний німецький фізик-теоретик М. Планк. У нестримному бажанні встановити ключові закономірності випромінювання абсолютно чорного тіла, він фактично був вимушений прийняти гіпотезу про “порційність”, або



квантову структуру величини, яку до того завжди вважали лише неперервною. Мова йшла про енергію елементарних випромінювачів середовища, спектр яких у класичній фізиці завжди розглядався як неперервний. Дослідник виявив наукову сміливість і припустив абсолютно протилежне. Йому, шляхом запровадження нової фундаментальної сталої розмірності дії – нині загальновідомої сталої Планка h – вдалося досягнути ідеального, без перебільшень, узгодження розвинутої теорії зі спостережуваною в експериментах картиною випромінювання.

День 14 грудня 1900 року, коли М. Планк виступив перед членами Німецького фізичного товариства з доповіддю про свою теорію випромінювання, можна вважати днем народження квантової теорії.

Щоб описати фотоелектричний ефект, концепцію квантів досить швидко підхопив і розвинув А. Айнштейн, а згодом – данець Н. Бор, німець В. Гайзенберг, француз Л. де Бройль, австрієць Е. Шредінгер, швейцарець В. Паулі, англієць П. Дірак та інші. Вони своїми власними нетривіальними кроками довели ідею про дискретну будову матерії до логічного завершення, зробивши квантову теорію цілісним і по суті єдиним робочим інструментом для обчислення будь-яких вимірюваних даних мікросвіту.

Це яскраво демонструє, наскільки потужний інтелектуальний “інтернаціонал” долучився до розв’язання актуальних проблем фізичної науки, яка фактично вже в минулому столітті перестала відчувати кордони держав, нації і народи. Можуть бути, і майже завжди є, національними культура і мистецтво, не кажучи вже про мову, а ось фізика (на жаль або на щастя – кому як подобається) є об’єктивним, а, отже, – виключно загальносвітовим витвором людей. Тому навіть не буде жартом стверджувати, що якщо виходити з розвитку фізичних ідей, глобалізація, яка охопила світ,

почалася в науці задовго до того, як її усвідомили мислителі, філософи, газетярі.

Наведений приклад з освітлювальними засобами зайвий раз яскраво засвідчує, що розповідаючи про фізику ХХ сторіччя, не можна обійти вище згадану її роль у розвитку техніки та найпередовіших технологій. Проте, це далеко не головне або, чесно кажучи, не вся правда. Не менш, а, не виключено, навіть важливішим стало те, що встановлені закони фізики, зокрема й загальні закони про будову простору-часу, заклали основи послідовного і передбачуваного розуміння законів хімії, геології, механіки, матеріалознавства тощо.

З іншого боку, фізика є світоглядною наукою і в перспективі має стати – в це вірять навіть затяті біологи – вирішальною ланкою в проникненні не до кінця зрозумілі і поки що не формалізовані закони *живої матерії*.

Звичайно, фізики впевнені, що фізика продовжуватиме залишатися головною рушійною силою науково-технічного прогресу. І якщо нині квантова теорія – фундамент фізики – справді є певною мірою вершиною сучасного пізнання, то щоб уявити або спрогнозувати, яким шляхом вона розвиватиметься у майбутньому, треба спробувати визначити, які події в фізиці найбільше вплинули на хід ХХ століття.

Зрозуміло, що у різних фахівців свій “гамбурзький рахунок”, тому подібний перелік може, і причому досить суттєво, відрізнятись. Я особисто притримуюсь тієї ж думки, що і видатні фізики сучасності – єдиний двічі лавреат Нобелівської премії за відкриття в галузі фізики американський теоретик Дж. Бардін, 100-річчя від дня народження якого світова фізична спільнота відзначала у травні 2008 року (“Світ фізики” писав про це), і Нобелівський лавреат з фізики 2000 року російський експериментатор Ж. І. Алфьоров. Вони ж серед багатьох можливих виділили три таких визначальні події.



Перша – це відкриття 1938 року *штучного ділення ядер*, що зробив німецький хімік О. Ган, який вимірював особливості розсіяння нейтронів на урані. З одержаних даних розпаду уранових ядер, що стали вкрай важливі, дослідникам швидко стала зрозуміла принципова можливість ядерних вибухових процесів, які, будучи надпотужними, у некерованому режимі лягли в основу швидко створеної ядерної зброї, а у керованому – визначають корисну роботу ядерної техніки, найвідоміші пересічним громадянам, творінням якої є атомні електростанції. Наявність ядерної зброї або ядерної енергетики є нині одними з найвірогідніших чинників, за якими можна оцінювати військовий або промисловий потенціал тієї чи іншої держави.

Вважаю, не варто залишати поза увагою молоді й такі науково-історичні факти, що першу в світі атомну бомбу влітку 1945 року підірвали американці, а першу працюючу атомну станцію 1955 року було збудовано в Радянському Союзі.

Дуже швидко у світі з'явилося атомної зброї так багато, що це стало небезпечно. Тому країни з її надлишком дійшли висновку про обмеження проектування і виробництва нових атомних виробів військового призначення. Щодо атомних станцій, то, навпаки, їх стали широко використовувати в електроенергетиці, й тут спостерігається постійне зростання їхньої кількості. Нині є країни, де ядерна складова у виробництві електроенергії досягла або перебільшує тепло- і гідроелектричну складові, а до того ж внесок від так званої альтернативної електрики (наприклад, вітрової або сонячної).

Україна теж має багато атомних енергоблоків, проте після чорнобильської катастрофи (причини походження якої остаточно, до речі, так і не оприлюднено) ставлення суспільства до ядерного способу одержання електричної енергії, який загрожує досі не виключеними

екологічними потрясіннями, достатньо складне і несприятливе. До того ж, абсолютна більшість (серед них українських) фізиків-ядерників і енергетиків глибоко впевнені, що в найближчі десятиліття людству не вдасться відійти від інтенсивного розвитку цієї галузі, оскільки традиційні та найширше використовувані джерела енергії – вугілля, нафта і газ – загалом, хоча і по-різному у часі, обмежені. З цього однозначно випливає, що ядерна фізика та ядерна техніка мають залишатися в довгостроковій перспективі серед пріоритетів наукової галузі, якщо люди збираються й надалі тільки збільшувати споживання енергії. На це вказують і історія, і сьогодення, і спостережувані тенденції розвитку всіх сфер життєдіяльності людства.

Щодо *термоядерного способу* виробництва енергії, або, як кажуть популяризатори науки і фантасти, створення штучного Сонця на Землі, то ця проблема в повному обсязі поки ще не розв'язана і навіть приблизно назвати роки, коли це станеться, не наважується ніхто. Попри суттєве просування у наукових і прикладних дослідженнях на цьому напрямі, в якому, приємно зазначити, Україна посідає одне із чільних місць. Провідні фахівці з різних країн, будучи впевненими у реальності штучного, або *керованого*, термоядерного синтезу в промислових масштабах, тим не менш одноставно вважають, що запуск економічно вигідного термоядерного котла відбудеться не раніше середини ХХІ сторіччя. Тому і з цієї причини можна робити висновок, що на ядерний розпад як спосіб отримання енергії залишається ще досить багато часу.

Йдуть інтенсивні пошуки й інших варіантів. Так, не виключено, що будуть створені нові матеріали, завдяки яким відкриється шлях до накопичення і використання самої сонячної енергії. Нині жоден поважний фахівець також не стане прогнозувати, коли і як фізики разом з хіміками впораються з цією складною мате-



ріалознавчою проблемою, щоб здешевити перетворення енергії Сонця, яка безперервно і в значних кількостях поступає на Землю, до того ж економічно прийнятної рівня. З огляду на такий стан проблеми утилізації та перетворення сонячної енергії в електричну знову можна з впевненістю передбачати, що фундаментальні ядерні дослідження в аспекті подальшого вдосконалення і збільшення безпеки виробництва електроенергії залишатимуться одними з найактуальніших впродовж, щонайменше, першої половини ХХІ століття, а може й далі. Тому фізики цьому напрямку будуть і мають приділяти першорядну увагу.

Неодмінно важливим об'єктом є і медичне застосування ядерних процесів на потребу людям, оскільки становить один із ефективних засобів боротьби з багатьма невиліковними хворобами.

Друга з трьох найважливіших фізичних подій ХХ століття відбулася у грудні 1947 року, коли американські науковці Дж. Бардін, В. Браттейн і В. Шоклі, що вели дослідження в одній з лабораторій фірми Bell, відкрили *транзисторний ефект*. Річ у тому, що під час Другої світової війни значного розвитку зазнали радіотехніка і радіолокація, де на зміну вакуумним ламповим підсилювачам прийшли кристалічні, основою яких були напівпровідникові кристали. Цікаво, що мета американських дослідників, які шукали відповідного застосування цих кристалів, була абсолютно фундаментальною – перевірити працездатність квантової теорії в твердих тілах, насамперед, напівпровідниках. Проте, як розпорядилася історія, основним результатом групи стало дещо інше, а саме: винахід германієвого підсилювача або точкового транзистора. Після того, як експериментально було доведено, що головним є *інжекція* або вприскування носіїв до германію, фізики здогадалися, який принцип треба покласти в основу створення напівпровідникової радіотехніки. Власне, так і сталося, і явище інжекції визначає роботу

переважної більшості напівпровідникових, зокрема й обчислювальних, приладів, де використовують *p-n*-переходи. До речі, на ньому “зросла” і вся сучасна побутова техніка.

Корисно також знати, що першу інтегральну схему – два транзистори, декілька конденсаторів і опір – 1959 року було зібрано фактично вручну на одному кристалі діаметром майже 2 см. Нині в сучасних інтегральних схемах того ж розміру, які виробляються на конвеєрах із застосуванням роботів і комп'ютерів, розташовується до 10^8 транзисторів. Вони набагато економічніші – питома потужність кожного зменшена майже в 100 тисяч разів! Такі неочікувані зміни відбулися лише за чотири-п'ять десятиліть, коли основними лозунгами прогресу були і, значною мірою, ще зберігаються, такі: менше, швидше, дешевше.

Мікроелектроніка та інформаційна техніка, без яких неможливо уявити наше теперішнє життя, стали не лише найяскравішими виразниками науково-технічного прогресу, а ще й виробничими галузями, де зайнято до 50 % працездатного населення технологічно розвинутих країн. Проте проторований шлях поступового зменшення розмірів до мікронів та поліпшення роботи транзисторів себе вже по суті вичерпує¹, і за проникненням в область справжніх нанорозмірів виникає питання про принципово нові фізичні принципи, технології та елементну базу.

Якщо таке станеться, то це насправді буде електроніка нового покоління, а фактично *квантова наноелектроніка*. Можливо, її прообразом стане *молекулярна електроніка*, де активними робочими елементами мають виступати окремі молекули. Вона знаходиться ще на етапі пошукових досліджень, інтенсивно розвивається, вже має певні досягнення, але розповідь про неї вимагає окремої статті.

¹ Докладніше читайте про це у статті в журналі “Світ фізики”, 2008. № 3.



Нарешті, **третьою**, і ще однією вирішальною фізичною подією ХХ століття, стало, з мого погляду, створення *лазера*². Історія його створення цікава і повчальна. Вона розпочалася 1917 року з А. Айнштейна, який, маючи на увазі пояснити розподіл густини випромінювання нагрітими тілами (і, насамперед, зовсім не уявляючи собі лазера, але знаючи про атом Бора), висловив припущення щодо наявності поряд із *спонтанними* також і *стимульованих* оптичних атомних переходів. Проійшло ще кілька десятиліть до того часу, коли у 1957–1958 роках радянські дослідники й майбутні Нобелівські лауреати О. М. Прохоров та його учень М. Г. Басов змогли, виходячи з ідеї про існування стимульованого (деколи кажуть – вимушеного) випромінювання, теоретично сформулювали принцип підсилення електромагнетних хвиль і винайшли перший такий підсилувач у радіочастотному діапазоні хвиль – так званий *мазер*.

Згодом у Сполучених Штатах Америки, спираючись на той же принцип, було запущено перший підсилувач в оптичному діапазоні або лазер. Відтоді мазери і лазери отримали дуже широке застосування – наукове, технологічне, медичне і, що гріха таїти, військове. А одне з найважливіших – використання в ін-

формаційній сфері – народилося після надзвичайно важливого досягнення, яким виявилось створення напівпровідникових *гетероструктур*. Перші виростив фізик-експериментатор і технолог Ж. Алфьоров 1967 року з цілком конкретною метою, в успіх якої мало хто вірив, – мати хімічно різні шари в єдиному, що дуже принципово і що саме і було відзначено Нобелівською премією, монокристалі, а не в шаровій композиції.

Не пройшло три роки, як уже 1970 року засвітився неперервний напівпровідниковий лазер, де роль накачування грав легко керований електронний струм. Нині такі лазерні мультишарові елементи з самих різних складових стали серцем волоконно-оптичного зв'язку, що забезпечує мільйони телефонних розмов одночасно. Майже 100 мільйонів оптичних кабелів опоясують земну кулю, їхня кількість невинно зростає, а якість – особливо перешкодостійкість – поліпшується. До того ж, лазерні напівпровідникові мікропристрої є “голками”, що знімають звук і зображення з усім відомим лазерних компакт-дисків.

Загалом, попри незаперечні та численні досягнення, можна бути впевненим, що квантова теорія твердого тіла є і ще довго залишатиметься основою подальшого науково-технічного прогресу, а відповідні фахівці без роботи не сидітимуть. Створюючи в лабораторіях і на виробництві реальні зразки нових матеріалів, а тоді, збираючи з них окремі схеми, і, насамкінець, всюди працюючі пристрої, ми фактично щоденно перевіряємо справедливість квантової механіки. Остання вже у безпосередній дії, бо технології невинно вдосконалюються, перетворюючись у нанотехнології, і, наприклад, вже існує, хоча і в одиничних екземплярах, надпрецизійне обладнання з структурного дизайну. Працюючи на ньому, фізики та інженери-дослідники вміють складати атоми різних елементів у наперед заданому порядку і буквально поатомно будувати такі штучні композиції, які самі по собі в при-

²Хочу підкреслити, що мова йде лише про найвидатніші події саме у фізиці. Бо якщо б мене спитали про три наукові відкриття ХХ сторіччя, то мій вибір був би дещо іншим, а саме: як і вище, це створення *квантової механіки*, а ще – розкриття *генетичного коду* та винахід *комп'ютерів* (насамперед, персональних). Але докладний аналіз цих відкриттів виходить за межі теми статті. Можна тільки пишатися тим, що фізика і фізики тут теж були на провідних ролях, оскільки квантова механіка взагалі є, як відомо, розділом фізики, тайну генетичного коду розгадав видатний фізик-теоретик (до речі, одесит за народженням і дитинством) Георгій Гамов, а сучасну електронну обчислювальну техніку просто неможливо уявити без фізичного (напівпровідникового) матеріалознавства.



роді не зустрічаються. З'явився навіть термін “лабораторія-на-кристалі”, який відображає саме таке моделювання наноструктур.

Зрозуміло, що їхні властивості можуть бути вельми непередбачуваними, що відкриває перспективу для глибоких і всебічних їх досліджень. Важливо лише розуміти, що з погляду фізики розмір не має якогось відокремленого змісту – важливі лише фізичні ефекти. Попри таке зауваження це дуже важлива і багатообіцяюча галузь фізичного (а фактично – квантового) матеріалознавства, яка давно успішно служить людині, хоча ще не може похвалитись виробництвом масових виробів.

Інший приклад. Один з найновітніших приладів останнього часу – лазер на так званих *квантових напівпровідникових точках*. Кожна з них може складатися з кількох сотень атомів, зміною кількості або формою укладки яких можна впливати на частоту випромінювання або однієї точки, або їхнього колективу, а, отже, мікроскопічний за розмірами об'єкт може мати багатокольоровий спектр світіння. Загалом, образно кажучи, будівництво подібних нанооб'єктів є різновидом справжньої “квантової алхімії”. Не викликає сумнівів, що її розвиток складатиме одну з першочергових завдань для наукових організацій світу – національних лабораторій, академій, університетів.

Додам також, що квантові точки взагалі дуже нестандартні утворення. Їх можна конструювати атом-до-атому, а можна вирощувати, подібно до гетероструктур, шляхом молекулярно-пучкової епітаксії. Саме точки, за думкою деяких експертів, мають стати прообразом нових типів транзисторів. Річ у тім, що, як відомо, основною дією останніх був перехід із одного стабільного стану до іншого. У колективі квантових точок станів більше, а енергетичні бар'єри між ними нижчі. Це, в свою чергу, означає, що відповідні переходи можуть ініціюватися ліченою кількістю електронів. Створення та-

ких транзисторів, безумовно, вимагає, як зазначалося, нового рівня квантових технологій, які і визначатимуть розвиток напівпровідникової електроніки, що все більше буде наближатися до межі, встановленою самою Природою. Роботу будь-якого пристрою, яким може бути й одинока молекула, визначатимуть *одноелектронні* процеси, а, отже, – виключно квантові закономірності. Вони ж змусять працювати лазерні і комп'ютерні компоненти, енергоспоживання яких також стане мізерним, що тотожно гранично ощадливим.

У мене особисто не викликає сумнівів, що розвиток перелічених галузей фізики у XXI столітті, як це сталося у XX, продовжуватиме визначати реальний прогрес людства. Водночас багато чого у виборі наукових досліджень стали диктувати ринок і нагальні потреби людства, і все більше уваги приділяється розвиткові таких значною мірою прикладних напрямів, як, наприклад, боротьба з загрозою глобального потепління, міська інфраструктура, технології очистки води, запобігання викидам шахтного метану тощо, а також високоприбуткові швидкодіюча інформаційна електроніка, бездротовий зв'язок, сітьові технології і наноіндустрія. Остання взагалі на очах стає міждисциплінарною і домінуючою, і за 3–5 років, охоплюючи все більше коло проблем, обсяг її світового ринку може за різними оцінками перевищити 2–3 трильйони доларів. США вже нині виділяють майже 10 мільярдів доларів на рік, Китай і Росія – по 5 мільярдів доларів. Все це, певна річ, не може не враховувати молодь, яка починає життя і думає про його (зокрема й фінансову) успішність. Останню, у мене не має сумнівів, можна досягнути й на науковій ниві.

Але, знову треба підкреслити, сучасна наука не зводиться і не може зводитись лише до досліджень, що швидко і багатократно окуповується, і природна цікавість людини буде спонукати її до нових і нових пошуків, єдиним



самодостатнім наслідком яких буде виключно пізнання.

Питання про корисні застосування одержаного знання може взагалі не виникати. Мова, звичайно, йде про природничі науки, які відрізняються не лише змістом (що очевидно), а ще й “виходами на зовнішній світ”. Для кожної з них ситуація справді різна, оскільки деякі науки – скажімо, про Землю або хімія, біологія, медицина – легко знаходять споживача. А от відкриття в астрономії, космології, фізиці високих енергій, які до того ж майже завжди вимагають надзвичайно дорогого оснащення, прямих зв’язків з нагальними потребами людини, із першого погляду, зовсім не передбачають, а науковці про них здебільшого зовсім і не дбають. До того ж, прилади для цих фундаментальних дисциплін настільки дорогі, що переважно “не підйомні” й для добре розвинутих країн. Тому популярними – а точніше, неминучими – стали спільні дослідження колективів науковців із різних країн у міжнародних наукових центрах, кошти в роботу яких також одночасно вкладають кілька країн. Тим не менш, виникає слушне запитання: “Навіщо державам витрачати чималі кошти на те, що не дає безпосередньої вигоди і чому б не розвивати лише прикладні галузі, відносно швидко і зрозумілу віддачу яких легко пояснити платникам податків?”

На цей слушний “запит” можу сказати таке. Весь світовий досвід, а прикладів безліч, вчить: такий шлях хибний. Достатньо навести лише два аргументи. Насамперед, попри відсутність безпосереднього впровадження, так звані побічні результати, або непряме застосування результатів, дуже часто стають неоціненними. Згадаймо хоча б суперкомп’ютери, надпровідні магнети, пришвидшувачі та детектори різноманітних випромінювань, томографи, комп’ютерні мережі, супутниковий зв’язок, Інтернет тощо – все це зароджувалось завдяки виключно фундаментальним фізичним дослідженням.

У людини, яка думає, це подиву не викликає – фізики вже давно працюють на межі можливого, стандартних, адекватних поставленим цілям, приладів не існує і їх треба створювати “під задачу”. Найсвіжіший яскравий приклад – будівництво і запуск восени 2008 року Великого адронного коллайдера у Міжнародному ядерному центрі (ЦЕРН) в Женеві для спостереження процесів народження і взаємних перетворень нових елементарних частинок. Обсяг отримуваних даних очікується таким, що сумірний з існуючим у світі, а аналіз відповідної інформації неспроможний зробити жоден серед існуючих суперкомп’ютерів. Спроби знайти спосіб її опрацювання привели до створення відсутнього раніше обчислювального Інтернету, який отримав назву *грід-технології*. Коллайдер ще не вийшов на повну потужність, а грід-обчислення вже застосовують не лише фізики і математики-обчислювачі, а й фармакологи під час синтезу нових речовин для ліків, економісти для оцінок роботи великих підприємств і корпорацій, метеорологи під час прогнозів погоди, геофізики під час з’ясування ризиків землетрусів, екологи під час визначення ступеня забруднення оточуючого середовища парниковими газами внаслідок роботи паливно-енергетичних компаній та використання транспорту. Очевидно, що будуть й нові застосування.

Приємно лише зазначити, що непогана грід-мережа вже є і працює в Україні, об’єднуючи обчислювальні кластери Національної академії наук України, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Національного технічного університету “КПІ” і ЦЕРНу.

Ще одним аргументом на користь потреби підтримувати фундаментальні напрями є те, що для ефективного просування прикладних робіт фізичні лабораторії, нехай не пов’язані з відповідною тематикою, є дуже корисні і для



оперативної допомоги у непередбачених питаннях, і попередньої експертизи намірів, яка взагалі відсікає заборонені наукою шляхи, а отже, суттєво пришвидшує і здешевлює прикладні напрацювання. Нарешті, міжнародна кооперація в галузі фундаментальних досліджень дає змогу будь-якій країні перебувати на найновіших технологічних напрямках і відслідковувати, коли треба, технічні know-how, що теж важливо для збереження своєї конкурентноспроможності у нашому досить жорсткому світі.

Які ж цікаві задачі фундаментальних досліджень можна було б окреслити і сформулювати для молоді, яка мріє про фах фізика-дослідника? Звичайно їх дуже багато і навряд чи можна перелічити всі. З мого погляду, такими, наприклад, є:

Чи можуть закони фізики бути уніфіковані?

Чи є фундаментальні сталі справді сталими?

Чи одні ми у Всесвіті?

Яка його будова і роль темної енергії – слабо взаємодіючої субстанції, яка пронизує весь простір видимого Всесвіту і відкриття якої стало сенсацією на межі ХХ–ХХІ сторіччя?

Чи є глибші фізичні принципи, ніж принцип невизначеностей або нелокальності?

Звідки приходять промені з ультрависокими енергіями?

У чому полягає механізм високотемпературної надпровідності і взагалі чи є обмеження на температуру її появи?

Як залежать властивості води від її структури?

Що таке скло і скляний стан?

Що керує Сонячними циклами?

Чому напрям магнетного поля Землі змінюється?

Чому відбуваються землетруси і як їх передбачати?

Ще більше запитань постає перед фізикою, коли вона і фізики звертаються до *наук про життя* і одне, як на мене, з найцікавіших:

Як біомолекули пізнають одна одну?

А загалом, таких запитань на межі між фізикою і біологією безліч, і мені здається, що сторіччя, в якому ми перебуваємо, має стати сторіччям біології, яка все більше перетворюватиметься на *фізику живої матерії*.

Як було зазначено на початку статті, розвиток техніки, що спирається на наукові відкриття і досягнення фундаментальних досліджень, невпинний. І жодна людина, навіть, припустимо, знаний футуролог, не в змозі передбачити всі перспективи пізнання у повному обсязі, а висловлені мною власні думки спираються лише на відомі мені теперішні здобутки і трошки – на історію фізики.

ХХІ сторіччя тільки розпочалося, і хоча ми всі відчуваємо, що величезний розвиток фізики у попередньому столітті справді якісно позначився на нашому житті, найшвидше, ми ще далекі від часу – і чи настане він? – коли зможемо прийти до висновку, що наука загалом, і фізика зокрема, себе вичерпали. Я особисто не вірю, що таке взагалі може відбутися.

Отже, не буде перебільшенням сказати, що поглиблене з'ясування фізичної природи усього суцього – це головна проблема природознавства на всі майбутні часи. Роботи вистачить на всіх, хто присвятить своє життя науці та досягненню цієї грандіозної мети! Тоді усі фізики (дивись епіграф), безумовно, будуть справжніми людьми ХХІ сторіччя і з повним правом зможуть погодитись з словами відомого фізика-ядерника І. В. Курчатова: "Гарна наука фізика, а от життя коротке..."



НАЦІОНАЛЬНИЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ 90 РОКІВ

2008 року в Україні відбулися ювілейні заходи, присвячені 90-річчю Національної академії наук України. Було проведено конференції, святкові зібрання, видано ювілейні наукові журнали тощо. 30 листопада 2009 року відбулися Урочисті збори Відділення фізики і астрономії НАН України, де виступили академіки-секретарі Відділення, видатні вчені, запрошені. Вони висвітлили історію створення та діяльність Академії, проаналізували наукові здобутки та перспективи розвитку.

Першого грудня 2008 року в Палаці "Україна" відбулися Урочисті Загальні збори Національної академії наук України, у якому брали участь Президент України Віктор Ющенко, прем'єр-міністр України Юлія Тимошенко, Президент НАН України Борис Патон, видатні діячі науки, культури і мистецтва, дипломати, гості з багатьох країн, делегати з різних наукових установ України.

Відкрив Загальні збори Президент НАН України Борис Патон, який виступив із вітальним словом.

"Минуло 90 років від дня заснування Української академії наук. Ця визначна подія буремного 1918 року була закономірним підсумком наукової думки нашої країни. Створенню Академії наук передувала патріотична наукова праця кількох поколінь українських учених, які працювали у вищих навчальних закладах, багатьох наукових товариствах.

Заснування Української академії наук пов'язане з ім'ям видатного вченого Володимира Вернадського, який розробив її концепцію, створив комісію з підготовки відповідного законопроекту та

розробки статуту Академії. Саме тоді було закладено передумови для формування і поступального розвитку науково-технічного потенціалу нашої Батьківщини.

27 листопада 1918 року відбулося установче зібрання академії. Воно іменувало початок її роботи та одноголосне обрання В. Вернадського її першим президентом. Незмінним секретарем було обрано А. Кримського. Перші дійсні члени нашої академії були: Д. Багалій, В. Вернадський, М. Кащенко, В. Косинський, А. Кримський, О. Левицький, М. Петров, С. Смаль-Стоцький, Ф. Тарановський, С. Тимошенко, М. Туган-Барановський, П. Тутковський.

ДЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

У 1921–1936 роках Академія називалася *Всеукраїнською академією наук* (ВУАН);

у 1936–1939 роках – *Академією наук УСРР*;

у 1939–1991 роках – *Академією наук УРСР*;

у 1992–1994 роках – *Академією наук України*;

а від березня 1994 року – *Національною академією наук України*.



Українська академія наук пройшла великий шлях, стала провідним науковим центром, визнаним у всьому світі. На всіх етапах історичного розвитку України – роки індустріалізації, боротьби з іноземними загарбниками, післявоєнної відбудови, мирного розвитку, встановлення її незалежності – учені Академії наук плідно працювали над розв'язанням проблем загальнонаціонального значення. Вони створювали наукові підвалини для відбудови промисловості, сільського господарства, зміцнення оборонної могутності держави, розвитку освіти і культури. Безумовно, в історії Академії були й сумні сторінки, пов'язані з репресіями, політичними утисками, подекуди знищенням окремих наукових напрямів.

Зазначу, що навіть за цих умов, Академія наук України підтримувала високий рівень вивчення національної, історичної та культурної спадщини. Однак, і це теж потрібно пам'ятати, держава у ті часи докладала значних зусиль для розвитку науки.

Про це насамперед свідчить кількісна динаміка. Наприкінці громадянської війни Академія об'єднувала три наукові відділи, де працювали 140 науковців. Сьогодні в Національній академії наук України працює три секції, 14 наукових відділень, майже 170 інститутів та інших українських наукових установ, у яких працює понад 19 тисяч наукових працівників. Серед них є багато науковців із світовим іменем. Найкращі наукові досягнення Академії безумовно збагатили скарбницю української і світової науки.

Учені Академії наук заклали фундамент для розвитку новітніх наукових напрямів: нелінійної механіки, механіки композиційних матеріалів, молекулярної спектроскопії, фізики екситонних кристалів, квантової механіки, електронної хімії тощо. Вагомими результатами нашої Академії є здійснення уперше в нашій країні розщеплення ядра атома літію, першого зварювання живих клітин, одержано вперше у світовій практиці високоактивного антибіотика.

У стінах Української академії наук було створено вперше в Європі електронно-обчислювальну машину. Велике наукове і практичне значення мали ефективні методи і технологія зварювання в різних фізичних середовищах, технологія порошкової металургії, синтез штучних алмазів.

Суттєвим є внесок учених гуманітарного спрямування. З перших років існування Академії проводилися дослідження з історії України, археології, мовознавства, української мови, літератури, мистецтвознавства. Вирішальний вплив на розвиток наукових досліджень мали і має діяльність наукових шкіл із різних галузей знань, які формувались і діяли впродовж усієї 90-річної історії Академії наук. Ми пишаємось, що на чолі цих наукових шкіл стояли найвидатніші вчені нашої Академії: математики: В. Глушков, Д. Граве, М. Боголюбов, С. Тимошенко; Г. Писаренко; фізики – О. Синельников, Л. Шубніков, О. Лейпунський, В. Лашкарьов, О. Ахієзер, О. Давидов, С. Пекар, А. Прихотко; астрономи: Ю. Орлов, М. Барабашов, М. Фе-

ЩЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

Президентами Академії наук України були:

В. І. Вернадський (листопад 1918 – березень 1921),

М. П. Василенко (липень 1921 – лютий 1922),

О. І. Левицький (березень–травень 1922),

В. І. Липський (червень 1922 – травень 1928),

Д. К. Заболотний (травень 1928 – грудень 1929),

О. О. Богомолець (липень 1930 – липень 1946),

О. В. Палладін (листопад 1946 – лютий 1962),

від 27 лютого 1962 року Українську академію наук очолює **Б. Є. Патон**.



доров, С. Брауде; матеріалознавство: Г. Карпенко; хіміки: Г. Писаренко, І. Францевич; медики: М. Холодний, Д. Заболотний, О. Палладін, М. Амосов.

Світову славу здобув у галузі електрозварювання: Євген Оскарович Патон; кібернетики: Віктор Михайлович Глушков; соціальних і гуманітарних наук – історики: М. Грушевський, Д. Яворницький, І. Крип'якевич, А. Кримський та інші.

Нова сторінка для діяльності Української академії наук відкрилася після проголошення незалежності України. Її вчені зробили чималий внесок у наукове забезпечення становлення і розвиток держави. Значно зросла питома вага фундаментальних досліджень, започатковано нові наукові напрями, створили нові наукові установи. Все це сприяло створенню і відновленню наукової і духовної культури, що було вкрай потрібним для молоді незалежної держави. Водночас за ці роки фундаментальна наука в нашій країні загалом, і Національна академія наук, зокрема, діяла в дуже складних умовах. Попри всі труднощі Академія зберегла науковий потенціал, основну наукову інфраструктуру, кадри, видавничу базу. Цим завдячуємо, насамперед, самовідданій праці науков-

ців наших установ, тим особистостям, які їх очолювали. Значною мірою цьому сприяла цілеспрямована і виважена політика Президії академії щодо збереження і підтримки її наукових кадрів, пріоритетних наукових напрямів. Надзвичайно важливу роль відіграло і розуміння проблем науки з боку вищих керівників нашої держави.

Першочерговими вимогами сьогодення для Академії став перехід на базове фінансування фундаментальних і прикладних досліджень, створення нових наукових структур, які супроводжували базові галузі економіки України. Розширились також на конкурсних засадах наукові пріоритетні напрями, які істотно впливають на виробничу сферу. Важливими в наш час є розроблені в Академії наук науково-технічні програми. Вони спрямовані на розв'язання нагальних проблем ресурсної бази, творення ефективних технологій, високопродуктивних електронно-обчислювальних машин, енергозбереження та охорона довкілля, низки інших невідкладних проблем.

Нині Національна академія наук України найбільшу увагу приділяє повідним і соціально-значимим напрямам. Серед них – створення нано-

ДЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

Провідні наукові школи Національної Академії наук України:

Школа Боголюбова.

Зародилася у 1940–1950 рр. Науковий напрям досліджень – *математична фізика, статистична фізика, квантова теорія поля і теорія елементарних частинок.*

Школа Богомольця.

Зародилася у 1920–1930 рр. у Києві. Науковий напрям досліджень – *патофізіологія.*

Школа Глушкова.

Зародилася на початку 1960 років у Києві. Науковий напрям досліджень – *патофізіологія.*

Школа Грушевського (київська).

Сформувалася у Києві у 1920-х роках, продовжувала традиції Львівської школи М. Грушевського, створеної наприкінці ХІХ – початку ХХ ст.). Науковий напрям досліджень – *історія України.*

Школа Динника.

Зародилася у 1920-х роках у Дніпропетровську. Науковий напрям досліджень – *теорія пружності, будівельна та гірнична механіка.*



технологій, які матимуть велике майбутнє для подальшого індустріального розвитку, розв'язання проблем енергозабезпечення, зокрема завдяки розвитку атомної енергетики. Велике соціальне значення мають наукові дослідження наших учених для потреб сучасної медицини: сучасні методи діагностики, нові хімічні препарати, нові досягнення в хірургії (застосування електрозварювання м'яких живих тканин).

Науковий потенціал Академії наук активно долучаються до екологічних проблем, розроблення наукових основ, стратегії та методології збереження довкілля, екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів, ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній станції.

Ми надаємо великого значення автоматизації науково-дослідної діяльності. Саме завдяки цьому останнім часом українські вчені досягли значних результатів у розв'язанні важливих завдань у галузі фізиці, астрономії, біології. Значно більше уваги приділяється розвитку інноваційній інфраструктури, здійснення нової інноваційної політики. Академія ініціювала створення технологічних парків, із залученням Інституту фізики напівпровідників, Інституту монокристалів, Інституту електрозварювання та інші.

Академія активізувала розвиток фундаментальних досліджень і започаткувала конкурси перспективних інноваційних проєктів, що дає змогу забезпечити інноваційний розвиток України.

Нашим обов'язком є кооперація науки і освіти з метою залучення молодих учених, щоб підготувати фахівців для усіх сфер суспільного життя. У складних умовах сьогодення робимо все можливе, щоб заохотити талановиту молодь до навчання в аспірантурі та роботи в наших інститутах.

У центрі уваги НАН України, її учених було і залишається зміцнення зовнішніх наукових і зовнішньо-економічних зв'язків, інтеграції української науки та світового наукового співтовариства. Яскравим свідченням нашої міжнародної співпраці є велика кількість міжнародних угод установ Академії з іноземними партнерами. Нині Академія підтримує творчі і ділові контакти із науковими центрами із понад 50 держав світу. На цьому етапі успішно розвиваються наукові зв'язки із різними країнами, насамперед Росією, в таких пріоритетних напрямках, як дослідження космічного простору, ракетного приладобудування, ядерної енергетики, будівництва, підвищення надійності магістральних шляхопроводів.

ДЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

Школа Думанського.

Зародилася у 1930-х роках у Києві. Науковий напрям досліджень – *колоїдна хімія*.

Школа Зерова.

Зародилася у 1930-х роках у Києві. Науковий напрям досліджень – *ботаніка*.

Школа Курдюмова.

Почала формуватися у 1930-х роках у Дніпропетровську, від 1940-х років – у Києві. Науковий напрям досліджень – *металознавство*.

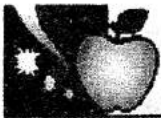
Школа Патона.

Засновником школи у 1930-х роках був Є. Патон. Із початку 1950-х років її очолює його син Б. Патон. Науковий напрям досліджень – *теорія зварювання, нових матеріалів і технологій*.

Школа Писаржевського.

Зародилася наприкінці 1920-х років у Дніпропетровську. Науковий напрям досліджень – *електронна хімія*.

Примітка. На стор. 14 читайте: **Школа Глушкова.** Зародилася на початку 1960 років у Києві. Науковий напрям досліджень – *кібернетика й обчислювальна техніка*.



Багато зусиль Національна академія наук докладає для забезпечення ефективної діяльності Міжнародної асоціації академії наук, яка до речі 2008 року святкує своє 15-річчя.

Багато подій у світі змінює суспільно-політичне життя в Україні, змушує нашу державу швидко виходити на європейські та світові стандарти економічного і соціального розвитку. Наука, яка досліджує нові технології і нові інновації, є справжнім і неспинним носієм прогресу.

Значною мірою завдяки зусиллям Національної академії наук наша країна відбулася як самостійна держава з різнобічною фундаментальною і прикладною наукою і має перспективу приєднатися до тих країн, які володіють так званими високими технологіями. Тепер головне завдання полягає в тому, щоб найефективніше використати національний науково-технічний потенціал. Саме на цьому шляху Академія може і має зробити свій вагомий внесок у піднесення української економіки, інтелектуального і культурного рівня суспільства.

Увага до Національної академії наук має бути значно посилена. Безумовно, фінансова і економічна кризи, яка виникла нещодавно, внесе свої корективи в нашу діяльність, але вона має ще більше

згуртувати нас, щоб досягти високої мети. Ми глибоко переконані в тому, що вихід із кризи буде визначатися насамперед новітніми напрямками науки і техніки.

Нині, коли Україна потребує ще більшого економічного розвитку, Національна академія наук має підняти ефективність своєї діяльності, зробити рішучий поворот до фундаментального наукового пошуку, зосередившись на найпродуктивнішому і життєво потрібному для нашої держави напрямку. Якомога повніше використовувати статут Національної академії наук як вищої державної наукової організації насамперед у напрямках фундаментальних і прикладних дослідженнях, створення високоефективних наукоємних виробництв, формування пріоритетів наукових дослідженнях, сприйняття науки та її наукових досягнень усім суспільством.

Можна впевнено стверджувати, що нині Національна академія наук України є основним джерелом фундаментальних запитів нашої країни, наукового технологічного розвитку. Ми зустрічаємо її 90-річчя з почуттям оптимізму, великих сподівань у велику силу науки, її покликання у служінні своїй Батьківщині.”

ДЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

Школа Проскури.

Зародилася у 1920-х роках у Харкові. Науковий напрям досліджень – *гідро- та аеромеханіка*.

Школа Савіна.

Зародилася у 1940-х роках у Львові, далі розвивалася у Києві. Науковий напрям досліджень – *механіка суцільного середовища*.

Школа Серенсена.

Зародилася у 1930-ті роки у Києві. Науковий напрям досліджень – *механіка деформованого твердого тіла*.

Школа Симінського.

Зародилася у 1920-х роках у Києві. Науковий напрям досліджень – *механіка деформованого твердого тіла*.

Школа Синельникова.

Почала формуватися у 1940-х роках у Харкові. Науковий напрям досліджень – *фізика і техніка пришивидшувачів, вакуумна техніка, фізичне матеріалознавство, фізика плазми і проблема керованого термоядерного синтезу*.



ЗОЛОТА ЕРА АСТРОНОМІЇ

Ярослав Яцків,

академік Національної академії наук України

Я маю певний досвід роботи в Національній Академії наук України. Спочатку Головна астрономічна обсерваторія перейшла з Відділення наук про Землю до Відділення фізики, яке 1977 року стало Відділенням фізики та астрономії Академії наук України, а згодом до нас приєдналися інші астрономічні установи України.

Далі перейду до характеристики стану і перспектив астрономії в Україні. Я не буду перелічувати всі здобутки астрономічної науки в Україні, зупинюсь на окремих епізодах і фактах астрономічної науки, яка нині стає інтегрованою в загально світоглядну парадигму і все більше і більше пов'язується із сучасною фізикою.

Отже, астрономія сьогодні переживає золоту еру фундаментальних і захопливих відкриттів. Це не мої слова. Європа організовує нині 20-ти річний план розвитку астрономії в Європі та створено спеціальну групу Астронет. Україну прийняли асоційованим членом Астронету об'єднаної Європи без фінансового внеску.

Чим обумовлено таке твердження, що астрономія переживає золоту еру. Насамперед це розвитком техніки хвильової астрономії і астрофізики – від гамма- до радіо-астрономії.

Наша Галактика в різних діапазонах довжин хвиль випромінювання – від гамма-астрономії до радіо-астрономії різна. Вона в оптичному діапазоні має зовсім інший вигляд, ніж у рентгенівському, гамма-променях чи інших довжинах хвиль. Це дає змогу краще зрозуміти фізичну природу тих процесів, які відбуваються в астрономічних об'єктах.

По-друге, завдяки відкриттям, які сталися на межі тисячоліть – відкриття темної енергії та темної матерії, астрофізика і, особливо, космологія, стала повноправною супутницею сучасної фізики. Вона відкриває нові горизонти дослідження фундаментальних взаємодій. Те, що дає астрофізику, фізикам ще довго-довго не вдасться створити на Землі. Навіть оцей великий адронний колайдер дає у п'ять чи більше порядків менші енергії від тих, які спостерігаються в екзотичних астрофізичних об'єктах, які зараз вивчаються за допомогою різної космічної техніки.

І нарешті стало зрозуміло, що вивчення Сонця та тіл Сонячної системи може пролити світло на майбутнє нашої планети. Водночас факти такого бурхливого розвитку фізики, космології привели до деяких артефактів у загальному сприйнятті астро-

ДЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

Школа Стражеска.

Зародилася у 1920-х роках у Києві. Науковий напрям досліджень – *терапія*.

Школа Філатова.

Зародилася у 1930-х роках в Одесі. Науковий напрям досліджень – *офтальмологія*.

Харківська школа кріогеніки.

Започаткував Л. Шубніков у 1930-ті роки у Харкові.

Школа Лазарєва.

Сформував Б. Лазарєв у 1940–1950 роках у Харкові.



номії, тобто в такій всенародній астрономії чи популярній астрономії.

Стало дуже важко популяризувати сучасну астрономію. Зішлюсь на авторитет у фізиці О. Гінзбурга. Він сказав: “У наші дні передній фронт фізики та астрофізики відділений від людини з середніми здібностями широкою смугою, заміною великим фактичним матеріалом і математичними формулами. Подолання цієї смуги потрібно роки праці навіть для людей із великими здібностями”. Останніми роками з’явилося дуже багато примітивних популярних статей любителів астрономії. Та їхня підготовка не відповідає тому, що нині потрібно, щоб зрозуміти складні явища, які відбуваються у Всесвіті. Це добре, що люди цікавляться космологією і астрономією, але їм все важче і важче зрозуміти знання у галузі астрономії.

Космологія нині стикається з величезною проблемою створення Всесвіту, як він виник. Ось, що сказав Л. Осіпов: “Сьогодні наукова космологія висуває проблеми, які співвідносяться з тими проблемами про походження Всесвіту, які обговорюються в телевізійній теології”. Як кажуть, коло замкнулося. Це велика проблема, від якої ми не можемо відхреститися. Я не можу сьогодні на цю тему дуже довго говорити, але вона існує.

Що ми нині маємо в Україні? Ми маємо широкий діапазон інструментів для дослідження в галузі астрофізики – від гамма- до радіоастрономії. Це гаммателескоп у Кримській астрономічній обсер-

ваторії, працюючий телескоп, але не дуже ефективний з багатьох причин.

Це один з найбільших телескопів в Україні 2,6-метровий телескоп ім. акад. Шайна (перший директор Кримської астрономічної обсерваторії). На цьому телескопі отримано низку важливих результатів астрономами колишнього Радянського Союзу та України.

Знаменитий Баштовий сонячний телескоп Кримської астрономічної обсерваторії, на якому було отримано піонерські роботи академіком Северним та його школою, зокрема так званих 160 хвилинних коливань, які досі не доведено: чи вони реальні чи ні, але в усякому разі це є нині актуальна проблема сучасної фізики Сонця.

Двометровий телескоп, побудований зусиллями Головної астрономічної обсерваторії та усією астрономічною спільнотою на висоті 3200 м (пік Терекол, Північний Кавказ). Він має один із найкращих у світі спектрографів з великою роздільною здатністю, на ньому одержують світового рівня результати. Звичайно, він не є телескопом сучасного рівня. У світі існує багато телескопів з діаметром дзеркала 6–10-метрів.

Це радіотелескоп RT22 Кримської астрономічної обсерваторії. Перший телескоп радіодіапазону у колишньому Радянському Союзі, який працює в дециметровому і, частково, міліметровому діапазоні. Бере участь у так званій світовій мережі довгобазовій радіоінтерферометрії.

ДЕЩО З ІСТОРІЇ НАН УКРАЇНИ

Харківська школа теоретичної фізики.

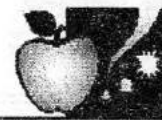
Започаткована Л. Ландау у 1930-х роках у Харкові. Науковий напрям досліджень – *фізика твердого тіла, ядерна фізика, квантова електродинаміка, фізика плазми, загальна термодинаміка, астрофізика.*

Школа Ахісзера.

Почала формуватися у 1950-х роках у Харкові. Науковий напрям досліджень – *фізика високих енергій та елементарних частинок, фізика плазми, статистична фізика, фізика твердого тіла, магнетизм.*

Школа Ліфшиця.

Почала формуватися у 1950-х роках у Харкові. Науковий напрям досліджень – *фізика твердого тіла.*



Сімдесятиметровий радіотелескоп, який працює в Євпаторії. Нині зусиллями РІАНУ є прагнення отримувати на ньому окремі результати астрономічного характеру.

Гордість України – це здобутки школи Броуде і Радіоастрономічного інституту – телескоп УТР-2 та система УРАН, яка не має аналогів у світі.

Ось декілька прикладів, що унікального дає цей телескоп. Він дає унікальну змогу робити картування, вивчати морфологію тих чи інших джерел декаметрового радіо-випромінювання. Знамените відкриття Олександра Олександровича Коноваленка, пов'язане з спеціальними лініями високозбуджених атомів вуглецю та азоту.

Отже, Україна одна з найбільших астрономічних держав в Європі. Ми займаємо друге місце серед країн Європи за кількістю астрономів, серед них і членів Європейського астрономічного союзу, ми займаємо перше місце за кількістю обсерваторій: три великих і з десяток невеликих, ми входимо в десятку тих, хто має здобутки минулих років. На жаль, нині ми займаємо досить скромне місце порівняно із об'єднаною Європою, а саме з Об'єднаною європейською південною обсерваторією, такими державами як Франція, Німеччина.

Наприклад, загалом Європа витрачає на астрономічні дослідження майже 2 мільярди євро на рік, Україна витрачає – 2 мільйони євро на рік. Тобто, якщо перерахувати на середню європейську державу, то ми десь у 50–100 разів менше витрачаємо на астрономію порівняно з середньостатистичною європейською державою. Звідси виникають основні проблеми нашого розвитку. За роки незалежності ми не ввели в дію жодного великого астрономічного комплексу. Нам доводиться виходити з цієї ситуації за певних умов і з певними труднощами і займати цю прогалину певними дослідженнями. Це виконання моніторингових робіт, які не потребують крупних телескопів. Багато астрономічних держав світу не можуть тратити так багато часу на моніторингові роботи, наприклад, на дослідження сонячної активності треба 11 років вести спостереження, чи там змінні зорі треба створити цілу спеціальну мережу, і побудувати її, синхронізувати її і вести ці спостереження. Такі моніторингові спостереження в Україні щороку розвиваються.

Друге, сконцентрувати зусилля на цих напрямках, де ми утримуємо лідерство, наприклад, у декаметровому радіодіапазоні. Зараз прийнято та виконується рішення Президії Академії наук щодо модернізації УРТ-2. Пошуки іноземної інтеграції привели нас до роботи на великих телескопах світу. Наші найактивніші науковці мають кооперацію в світі. Ізотов Юрій Іванович більшу частину року проводить спостереження на найбільших телескопах світу. Мої колеги, Щукіна з ГАО, і відділ фізики Сонця проводять спостереження на найкращих європейських сонячних телескопах, які розміщені на Канарських островах. Аналогічно можна сказати і про Харківську астрономічну школу.

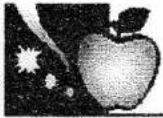
І нарешті, запровадження кооперативних національних наукових програм з актуальних проблем астрономії і астрофізики, тобто ми хочемо координувати свої зусилля. Як приклад такої координації є програма, яка починалася із угоди космічної погоди. Виходом такої програми є астрофізика, програму яку очолює академік Шульга.

Приклади, що може дати сучасна астрономія, використовуючи крупні телескопи. Ви бачите сотні тисячі ліній, які вимагають своєї ідентифікації, свого пояснення.

Ми можемо нині спостерігати області зореутворення в інших світах, що раніше було легендою, коли 30 чи 50 тому Амбарцумян сказав про існування зоряних галактик, йому ніхто не вірив в астрономічному світі. Зараз ми спостерігаємо області зореутворення, можемо бачити, як утворюється зоря і як вона проходить від народження до смерті свій шлях.

Галактики виникли на одній із стадій створення нашого Всесвіту. Досліджуючи їх, можна наблизитись ще далі до тої початкової ери, коли зароджувався наш Всесвіт.

Декілька слів про методологію, яка важлива для будь-якої науки, не лише для астрономії. Вона полягає в тому, що ми насамперед мусимо мати якісне уявлення про те чи інше явище, його фізичну суть, шукати теорію, теоретичне пояснення, проводити експерименти, робити дослідження, будувати більш-менш фізичну модель явища і цей цикл повторюється. В астрономії як і фізиці так само. В астрономії ще є так звані координатні сис-



теми. Ви мусите працювати у якійсь системі відліку. Маєте спостереження, маєте на підставі моделі обчислених результатів своїх спостережень, порівнюючи спостереження і модель, і можна бачити чи ваша модель відповідає чи ні.

Поглиблене вивчення будь-якого явища в астрофізиці чи фізиці завжди приводить до проникнення до області знань суміжних наук? Так як зараз є космологія і фізика елементарних частинок. Я наведу деякі приклади, які пов'язують астрономію загалом із комплексом деяких наук. Ми знаємо таку рівність інертна маса – гравітаційна маса. А чи є ця рівність. Якщо її нема, то у Всесвіті появиться додаткове пришвидшення. На це спрямовані величезні зусилля, щоб перевірити рівність інертної та гравітаційної маси. Першим був Брагінський, який у Московському державному університеті визначив, що ця нерівність відповідає одиниці з точністю 10^{-12} .

Інший приклад. Всі ви знаєте, що космічний апарат "Піонер-10" був першим космічним апаратом, після того, як виконав свої функціональні задачі, пішов за межі Сонячної системи, і нині цей перший апарат, який пройшов так звану геліопаузу, тобто це те місце, де зоряний вітер стикається із сонячним вітром. Це дуже цікава область. Уперше в історії експериментальної астрономії спостерігається це явище. Що це таке? Чи можливо, це темна матерія Сонячної системи, чи щось інше?

Ви знаєте, що на орбіті є МКС (Міжнародна космічна станція). Вона рухається. І з'ясувалось, що вона зменшує свою висоту на 2 км за місяць. Вона опускається до Землі. Це пов'язано з тормозним ефектом земної атмосфери. А з'ясувалось, що 2007 року – 3,5 км за місяць. Цікаво стикається динаміка космічних апаратів з сонячною активністю і з фізикою атмосфери. З'ясувалось, що густина повітря у час максимуму сонячної активності на висоті МКС 300-350 км у 50 разів більша, ніж у період мінімуму сонячної активності. А це приводить до нових неприємностей, тому що у 2011 році, коли буде максимум сонячної активності, треба буде використати в тричі більше палива, ніж заплановано. І це великі проблеми нині у переговорах між США і Росією.

Ви знаєте про відкриття гамма-спалахів. Це дуже цікава проблема. Спалах продовжується 1–2 с, а треба його ідентифікувати, і виникає проблема, як цю інформацію передати на Землю чи на борт іншого космічного телескопа, щоб зафіксувати цей спалах. Нині ця задача розв'язана, зокрема й за участю науковців Кримської астрономічної обсерваторії, разом із італійськими ученими. Український дослідник, доктор Павленко брала участь у тій роботі. Уперше вдалось побачити, що робиться і звідки з'являються гамма-спалахи. З'являється із спалаху гамма-зірки, відбулося спостереження в оптичному та інфрачервоному діапазоні спектру. І відслідкували від початку гамма-спалаху і до кінцевого етапу цього явища. Європа вважає, що це одна із головних подальших робіт для координація усієї техніки, щоб можна було не лише цей один випадок, а й моніторинг гамма-спалахів і координація космічної наземної техніки.

Ми чули про відкриття 1997 року спалаху наднової в Магеллановій хмарі. А в нашій Галактиці спалах наднової ще спостерігали китайці 1572 року, але з'ясувалось, що в нашій Галактиці був спалах наднової 1689 року, а це вдалось встановити лише нині. По залишках наднової можна відтворити, коли вона відбулася, а тоді ніхто її не спостерігав.

Ось, що дає сучасна техніка!

Я не буду говорити про загадки планетної системи. З'ясувалось, що в Меркурія є магнетне поле. Ми живемо на Землі, тому, що маємо магнетне поле, а у Венери і Марса магнетного поля нема.

Космос для розуміння клімату. Внесок у температуру атмосфери парникового ефекту. На Венері є 500 °C градусів, на Марсі – + 4 °C, на Землі – +20 °C. Ми маємо такі умови. Виникає запитання: А що нас чекає? Як буде далі розвиватися наша планетна система і наша Земля. І тут в астрономії є велике коло досягнень. Людство уперше спостерігає планетні системи в інших зір. Майже 100 зір мають свої планетні системи. Астрономи спостерігають 300 планет у інших зір, зокрема у цих дослідженнях беруть участь й українські астрономи, зокрема науковці ГАО, використовуючи двометровий телескоп.



Блез Паскаль сказав: “Я не дивуюсь, що Всесвіт є нескінченний, я дивуюсь, що людина може розуміти цю нескінченність”.

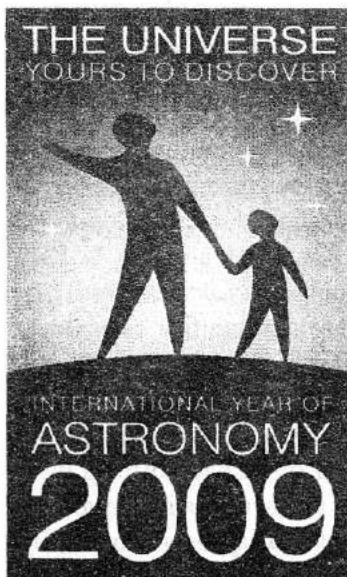
І звичайно містерією нашого часу є зрозуміти цей невідомий світ. Що таке темна енергія, яка заповнює Всесвіт, звідки вона з'явилась, що це таке. Поки що яких-небудь більш-менш розумних пояснень цьому феномену нема.

В Україні сформувались і функціонують досі потужні школи, ми маємо школу Брауде і декаметрового діапазону, школу Барабашова, школа з

фізики планет, школа Северного Кримської обсерваторії, Орлова-Федорова в Головній астрономічній обсерваторії, а також інші менш відомі школи, які визнаються світовою спільнотою. Це є наше досягнення.

Питань, які постають перед астрономією багато. Вона межі своїх можливостей ще не вичерпала. Будують нові системи, телескопи, аж 40-метрові ... Усе це буде скеровано на розв'язання таких питань, які я перелічив.

2009 рік -- Міжнародний рік астрономії

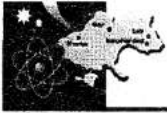


400 років тому Галілео Галілей уперше створив і використав телескоп для досліджень небесних об'єктів. За пропозицією Міжнародної астрономічної спілки ЮНЕСКО оголосило 2009-й рік Міжнародним роком астрономії. Організація Об'єднаних Націй на 62-й Генеральній Асамблеї, що відбулася 20 грудня 2007 року, підтримала це рішення.

Загальним гаслом Міжнародного року астрономії є “Відкрий світ для себе”, а метою – стимулювати зацікавленість молоді астрономією та наукою загалом, донести до широкого загалу базові знання про наш Світ, які накопичили вчені від часів Галілея до сьогодення.

Міжнародний рік астрономії – 2009 передбачає заходи на всіх рівнях – від міжнародних форумів до місцевих заходів, ініціаторами яких будуть і професійні астрономи, і астрономи-любители. Центрами регіональних та місцевих заходів у межах Міжнародного року астрономії будуть астрономічні обсерваторії, кафедри астрономії університетів, планетарії, центри учнівської творчості та об'єднання астрономів-аматорів. Кожен бажаючий зможе побачити небесні об'єкти в телескоп наживо чи через світову мережу Інтернет в моніторі комп'ютера, почути розповіді вчених і викладачів, задати свої запитання чи поділитися своїм розумінням побаченого і почутого. Живе спілкування з небом і фахівцями допоможе людям нашої планети краще зрозуміти Світ, в якому ми живемо, себе і своє місце у ньому.

Ольга Новосядла,
учениця XI класу гімназії “Престиж”,
член МАН у м. Львові.



ЛЕГЕНДАРНИЙ ПРЕЗИДЕНТ НАН УКРАЇНИ

*До 90-річчя від дня народження
президента Національної академії наук України
Бориса Патона*



Борис Євгенович Патон – видатний український учений у галузі зварювання, металургії і технології матеріалів, матеріалознавства, визначний громадський діяч і талановитий організатор науки. Він – президент Національної академії наук України, академік Національної академії наук України, Академії наук СРСР, Російської академії наук, професор, заслужений діяч науки і техніки УРСР, лауреат Ленінської премії та Державних премій СРСР та України, двічі Герой Соціалістичної Праці, Герой України, учасник Великої Вітчизняної війни, ліквідатор аварії на Чорнобильській атомній електростанції.

Борис Євгенович Патон народився 27 листопада 1918 року в м. Києві у родині основоположника вітчизняної школи зварювання металів Є. О. Патона. Закінчивши 1941 року Київський індустріальний інститут (нині Національний технічний університет України “Київський політех-

“Життя Б. Є. Патона – в науці, сфері організації наукових досліджень і практичної реалізації наукових досягнень, його громадська й державна діяльність – воістину великий подвиг в ім'я розвитку науки, в ім'я майбутнього”

Ю. Осіпов,
академік, президент
Російської академії наук

нічний інститут”), він за скеруванням Інституту у 1941–1942 роках працював інженером електротехнічної лабораторії заводу “Красное Сормово” в м. Горькому (нині Нижній Новгород). Із 1942 року його діяльність пов’язана з академічним Інститутом електрозварювання, що був евакуйований з Києва у Нижній Тагіл. Відтоді почалась виробнича й наукова діяльність Б. Патона.

Відтоді упродовж одинадцяти років Борис Євгенович працював разом із батьком. Це були роки його становлення як науковця і дослідника, а згодом і керівника великого наукового колективу.

За досягнення в механізації й автоматизації зварювальних робіт під час виготовлення бойової техніки Бориса Патона 1943 року нагороджено орденом Трудового Червоного Прапора.

Повернувшись до Києва, Борис Євгенович 1945 року захистив кандидатську дисертацію на тему: “Аналіз роботи зварних головок та способів їх живлення при зварюванні під флюсом” та здобув науковий ступінь кандидата технічних наук, а 1952 року – докторську на тему: “Дослідження умов стійкості горіння зварювальної дуги та її регулювання”.



За створення напівавтоматів для зварювання під флюсом Б. Патона та його співпрацівників 1950 року нагороджено Сталінською премією в галузі науки і техніки.

Науковець плідно працював над завершенням досліджень, пов'язаних із умовами сталого горіння дуги та її регулювання. Його 1951 року обрали членом-кореспондентом Академії наук УРСР.

Бориса Євгеновича 1950 року було призначено на посаду заступника директора Інституту з наукової роботи, а 1953 року, після смерті Євгена Оскаровича Патона, – директором Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона Академії наук УРСР, що виріс у потужний науково-технічний комплекс. До структури Інституту входять науково-дослідний інститут, конструкторсько-технологічні та експериментальні підрозділи, три дослідні заводи, а також інноваційні організації, науково-інженерні та атестаційні центри.

Під керуванням Б. Патона та за його особистою участю в Інституті проведено глибокі дослідження та одержано значні досягнення в розробленні прогресивних технологій нероз'ємного з'єднання та обробки металів і неметалів у різних умовах і середовищах. До них належать зварювання і наплавлення під флюсом, зварювання в захисних газах суцільним і порошковим дротом, електрошлакове зварювання, стикове зварювання оплавленням, газотермічне напилювання, променеві технології та інші процеси.

Б. Патон і Г. Волошкевич 1957 року разом із працівниками Новокраматорського машинобудівного заводу й заводу “Червоний котельник” (Таганрог) були нагороджені Ленінською премією за створення процесу електрошлакового зварювання і виробництва на його основі великогабаритних відповідальних виробів. За цю працю вони 1958 року також одержали великий приз на Всесвітній виставці у Брюсселі. Деякі фірми розвинених країн світу придбали ліцензії на використання цього високопродуктивного способу зварювання.

У листопаді 1958 року Б. Є. Патона обрали дійсним членом Академії наук Української РСР.

Під керуванням Б. Патона було здійснено дослідження в галузі зварювальних джерел живлення, насамперед зварювальних трансформаторів. У ті роки автоматичне зварювання під флюсом

було одним з найпродуктивніших процесів, промисловість вимагала нових розробок у цій галузі. В Інституті розгорнули дослідження металургійних процесів зварювання під флюсом. За короткий час були створені основи теорії металургії зварювання і наплавлення під флюсом, розроблена низка флюсів різного призначення. Створено нові технології та потужне виробництво плавлячих флюсів.

На підставі цих напрацювань на Харцизькому трубному заводі було створено перше в країні виробництво високоякісних труб великого діаметра. Б. Патон – один з його творців. Ця робота була основоположною в організації масового виробництва труб великого діаметра на Харцизькому, Челябінському, Волзькому, Віксунському й інших заводах для потужних газотранспортних систем СРСР. Вона стала справою усього його життя.

Під керуванням Б. Патона було розроблено технології для зварювання трубопроводів, створено унікальні оригінальні технології та обладнання для контактного зварювання неповоротних стиків труб. За допомогою контактного зварювання зварено понад 70 тисяч кілометрів трубопроводів, зокрема майже 6 тисяч кілометрів газопроводів великого діаметра за умов Крайньої Півночі.

Борис Євгенович зробив великий внесок у створення нових типів зварних конструкцій, індустриальних способів зварювання магістральних трубопроводів, великогабаритних резервуарів для зберігання нафти, кожухів доменних печей, висотних баштових конструкцій.

В Інституті був створений новий процес дугового зварювання під флюсом швів, що знаходились у різних просторових положеннях. Цей спосіб дав змогу механізувати зварювальні роботи на будівельних майданчиках. Уперше його застосували під час монтажу київського моста через Дніпро (міст Патона). Цей міст здобув визнання Американського зварювального товариства як визначна зварна конструкція ХХ сторіччя. Досвід будівництва використали під час зведення мостів через Дніпро в Києві (Південного, Московського, Гаванського, Подільсько-Воскресенського, автодорожнього й залізничного мостів), Дніпропетровську і Запоріжжі, а також моста через річку Смотрич у Кам'янці-Подільському.



Разом із науково-дослідним і проєктним інститутом “Укрпроектстальконструкція” були розроблені проєкти і технології будівництва, які успішно реалізовані під час зведення унікальних телевізійних веж у Києві, Санкт-Петербурзі, Єревані, Тбілісі, Вітебську, Харкові. До визначних зварних конструкцій належить і монумент “Вітчизна-мати” у Києві.

Фундаментальні дослідження Б. Патона та його учнів щодо взаємодії зварювальних джерел нагрівання з розплавленим металом заклали основу для створення нової галузі металургії – спеціальної електрометалургії. Завдяки їй стало можливим виробництво особливо чистих спеціальних сталей і сплавів, кольорових металів, одержання унікальних композиційних матеріалів. Відкрилися перспективи для створення новітніх конструкційних і функціональних матеріалів ХХІ сторіччя.

За ініціативою академіка Б. Патона 1977 року було розпочато розроблення наукових основ створення на території України національної мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО. Сьогодні ця мережа містить у собі Чорноморський, “Асканія-Нова”, Карпатський, Дунайський і Шацький національні резервати та міжнародні транскордонні – польсько-словацько-український “Східні Карпати” та румунсько-український “Дельта Дунаю”.

Академік Б. Патон першим почав дослідження з використання зварювальних технологій у космосі. Ідею ученого про використання зварювання під час монтажу металевих конструкцій у космічному просторі гаряче підтримав генеральний конструктор академік С. Корольов ще у першій половині 1960-х років.

Під керуванням Бориса Євгеновича 1969 року було здійснено першу космічну зварювальну технологію – зварювання у доволаземному просторі. На пілотованому кораблі “Союз-6” космонавт В. М. Кубасов провів експерименти з електронно-променевого, плазмово-дугового зварювання та зварювання плавким електродом. Було вивчено особливості формування зварних швів за умов невагомості, доведено, що під час роботи у космічному просторі можна одержувати щільні та добре сформовані шви.

У 1979 р. успішно перевірено ідею нанесення різних металевих покриттів на поверхні окремих

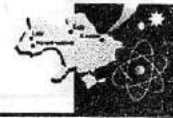
елементів космічної станції. Розроблений спеціальний апарат “Випаровувач”, створений універсальний ручний інструмент, який застосовують для зварювання, паяння і нанесення покриттів. Космонавти С. Є. Савицька і В. О. Джанібеков 1984 року здійснили випробування цього інструмента у відкритому космосі. Цей експеримент започаткував цикл систематичних багатоцільових досліджень та експериментів із відпрацювання конструкційних елементів і технології спорудження великогабаритних орбітальних конструкцій та об’єктів. У 1986 році у космосі побудовано конструкцію у вигляді розбірної ферми (експеримент “Маяк”). Уперше (1991) проведено запаювання вузлів фермових конструкцій, створений агрегат для розкриття і розгортання сонячних батарей багаторазового використання орбітальної станції “Мир”.

Оцінюючи внесок Б. Патона у розвиток космічної програми СРСР, генеральний конструктор ракетно-космічних комплексів НВО “Енергія” академік РАН Ю. П. Семенов, який багато років працював з С. П. Корольовим, писав: “Б. Є. Патон входить до великої плеяди радянських учених і конструкторів, завдяки яким СРСР у роки свого існування був могутньою і великою державою...”

Він зробив неоціненний внесок у науку і практику зварювання. Завдяки йому ми вперше у світі вийшли на космічні технології, здійснили перший експеримент зварювання у космосі...

Б. Є. Патон – видатний учений ХХ сторіччя. Його характерна особливість, унікальна якість – втілювати ідеї у життя... Він зробив великий внесок у ракету Н1 (для польоту людини на Місяць) ... Багато зробив для кораблів “Союз”, “Прогрес”. Керував роботами зі створення унікальних пристроїв для реалізації космічних технологій. Уперше в світі космонавти С. Є. Савицька та В. О. Джанібеков, вийшовши у відкритий космос, довели їх повну працездатність.”

Наприкінці 1980-х років в Інституті електрозварювання під керуванням Б. Патона розпочалися дослідження гібридних (лазерно-дугових і лазерно-плазмових) процесів зварювання й обробки матеріалів. Запропоновано конструкції лазерно-дугових плазмотронів прямої і непрямої дії, створені плазмотрони різного технологічного



призначення. Розроблено нові процеси гібридного лазерно-плазмового зварювання і наплавлення, зокрема процес гібридного лазерно-мікроплазмового зварювання металів малої товщини.

За ініціативи Б. Патона в Інституті електрозварювання також досліджують способи термічного нанесення покриттів з використанням газокисневого полум'я і дугової плазми. Створюють апаратуру і матеріали, що забезпечують одержання захисних шарів із різноманітними властивостями.

У Інституті впродовж багатьох років здійснюються дослідження з матеріалознавства. Інститут електрозварювання став великим матеріалознавчим центром, де працюють і проводять найскладніші матеріалознавчі дослідження висококваліфіковані фахівці з фізики металів, металознавства, електронної мікроскопії, мас-спектроскопії, Оже-спектрометрії, аналізу газів у металах і зварних швах, рентгенспектрального елементного аналізу.

В останнє десятиріччя у коло наукових зацікавлень Б. Патона увійшла проблема пошуку оригінальних медичних технологій і розробка унікальних зразків медичної техніки та інструментів. Під його керуванням науковці Інституту і вчені-медики створили новий спосіб з'єднання (зварювання) м'яких тканин людини і тварин, які широко використовують нині в хірургічній практиці.

Створений ним колектив електрозварників і медиків цю ідею обґрунтував теоретично, довів експериментально і реалізував на практиці. На сьогодні вже виконано понад 500 відкритих та лапароскопічних хірургічних операцій на жовчному міхурі, печінці, кишечнику та інших органах черевної порожнини і перші операції на легенях. Одержані результати перевершили сподівання хірургів. Не було жодного випадку післяопераційних ускладнень. До того ж, застосування в клінічній хірургії зварювального медичного обладнання та відповідних технологій виключає наявність у прооперованому органі або тканині сторонніх матеріалів з усіма можливими негативними наслідками, забезпечує повну герметичність з'єднання, скорочує тривалість хірургічного втручання й наркозу, суттєво знижує втрати крові, зменшує час відновлення морфологічної структури і фізіологічних функцій прооперованого органу.

Творчий колектив українських зварників та медиків вже одержав патенти на низку своїх відкриттів у США та Європі. Дослідники продовжують працювати спільно з групою американських хірургів і за підтримки Міжнародної асоціації зварювання та американського концерну в галузі менеджменту. Американці оцінили досягнення наших фахівців як сучасну революцію в хірургії.

Понад 46 років Борис Євгенович Патон є президентом Національної академії наук України. За статутом Академії вибори її президента проводять кожні п'ять років, і Борис Євгенович дев'ять разів переобирався на цю посаду. Під його керуванням НАН України перетворилася на один з найбільших наукових центрів Східної Європи, широко відомий у всьому світі. Вона відіграє важливу роль у житті суспільства і держави, прогресі науки та освіти, зміцненні обороноздатності та розвитку народного господарства України.

Від самого початку найважливішим напрямом діяльності Б. Патона як президента Академії став всебічний розвиток фундаментальних досліджень і створення на їхній основі новітніх технологій для широкого промислового застосування, орієнтування академічних інститутів на цей шлях.

Постійну увагу Борис Євгенович приділяв комплексності та пріоритетності наукового пошуку з найважливіших проблем природничих, технічних і соціогуманітарних наук. Щоб максимально залучити наукові установи до розв'язання виробничих і екологічних проблем на місцях, за ініціативи Бориса Патона організовано сім академічних регіональних наукових центрів, що охоплюють всі області України. У 1965 року в Донецьку створено академічний науковий центр та відкрито університет. Згодом створено та успішно працюють інші наукові центри АН УРСР: Західний (Львів), Південний (Одеса), Північно-Східний (Харків), Придніпровський (Дніпропетровськ) і Кримський (Сімферополь). Наукові центри виконують функції регіональних міжгалузевих органів координації наукової діяльності.

Його прагнення впроваджувати досягнення вчених в економіку, промисловість і сільське господарство відбилосся в розвитку цілеспрямованих фундаментальних досліджень, активній участі академічних інститутів у науково-технічних програмах різного рівня.



Успішній реалізації наукових результатів, їх використанню на промисловому рівні сприяли створена в Академії за керівної ролі Б. Патона дослідно-виробнича і конструкторська база, інженерні центри, а також сформовані науково-технічні комплекси, зокрема міжгалузеві.

Нова сторінка в багатогранній діяльності Бориса Патона відкрилася в роки незалежності України. Як член Ради з питань науки і науково-технічної політики при Президентові України і Ради національної безпеки і оборони України Борис Євгенович зробив великий особистий внесок в адаптацію Національної академії наук і всієї науки України до умов ринкової економіки. Як голова Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки він невпинно піклується про авторитет і престиж праці вчених. Великого значення учений надає інноваційній діяльності, формуванню та удосконаленню перших в Україні технопарків.

Визначено нові пріоритети в галузі природничих, технічних і соціогуманітарних наук. Створено низку нових інститутів і центрів соціогуманітарного профілю.

У деяких напрямках математики, інформатики, механіки, фізики та астрономії, матеріалознавства, хімії, молекулярної й клітинної біології, фізіології вдалося зберегти світовий рівень досліджень. Зростає внесок учених Академії у розвиток фундаментальних і прикладних досліджень в Україні. Створені нові технології, матеріали, обчислювальна техніка, знайдені нові родовища корисних копалин тощо.

Створено та успішно працюють інститути економіки та прогнозування, економіко-правових досліджень, проблем ринку та економіко-екологічних досліджень, регіональних досліджень, демографії та соціальних досліджень, українознавства ім. І. Крип'якевича, сходознавства ім. А. Ю. Кримського, політичних і етнонаціональних досліджень ім. І. Ф. Кураса, соціології, української археографії та джерелознавства ім. М. С. Грушевського та низку інших відділень, інститутів і центрів.

Інститути Академії беруть активну участь у розробленні інноваційних програм розвитку економіки України, у дослідженні її історії, культури, мови.

Важливу роль відіграє академік Патон у справі координації діяльності державних академій наук у нашій країні, співпраці з вищими науковими установами, розширення їхньої взаємодії в інтересах розвитку науки і держави загалом.

У вересні 1997 року Б. Патон очолив новостворену при Президенті України Консультативну раду незалежних експертів з комплексного розв'язання проблем Чорнобильської атомної електростанції.

Удосконалюється організація фундаментальних і прикладних досліджень, визначено пріоритети у розвитку окремих наукових напрямів і міждисциплінарних досліджень. Серед них програма "Наносистеми, наноматеріали і технології", "Сенсорні системи", "Інтелектуальні інформаційні технології", "Воднева енергетика", "Енергозбереження", "Проблеми демографії і розвитку людства" тощо.

Успішно виконаний великий комплекс досліджень і розробок технології, обладнання і матеріалів за програмою "Ресурс", яку очолює Б. Патон. У планах Академії передбачається подальший розвиток цих робіт.

Борис Євгенович докладає чимало зусиль для збереження й розвитку міжнародного наукового співробітництва Академії, зовнішньоекономічних зв'язків її інститутів з діловими партнерами іноземних країн. Ця співпраця виявляється в активній участі вчених Академії щодо реалізації міжнародних наукових програм, організації спільних лабораторій і виробництв, широкому обміні інформацією, укладанні багатьох ліцензійних угод і контрактів.

Видатний внесок Б. Патона у розвиток української науки, її гуманістичних цінностей та етичних вимірів здобув визнання у світі. Міжнародна діяльність Президента Національної академії наук України насамперед спрямована на інтеграцію гуманітарної сфери нашої країни в загальноєвропейський та загальносвітовий процеси. Академік Патон виходить із пріоритетів сприяння поширенню гуманістичних, демократичних цінностей, захисту прав та гідності людини на глобальному, континентальному і національному рівнях.

З великим натхненням академік Б. Патон дбає про наукову молодь, якій належить майбутнє, про



залучення молодих талантів до наукової роботи в інститутах і аспірантури. Він завжди пов'язує підготовку молодих кадрів з пропагандою та поліпшення умов складної, але важливої для суспільства праці вченого.

Борис Патон – один з ініціаторів створення і збереження спільного наукового простору в межах СНД. У 1993 році було створено Міжнародну асоціацію академій наук (МААН), яка об'єднала національні академії 15 країн Європи та Азії. Борис Євгенович – беззмінний президент цієї асоціації. Під його керуванням працює Наукова рада МААН з нових матеріалів.

Академік Б. Патон – почесний президент Міжнародної інженерної академії, член Академії Європи, почесний член Римського клубу, Міжнародної академії технологічних наук, почесний член Міжнародної академії наук, освіти та мистецтв, Міжнародної астронавтичної академії, дійсним членом Російської академії наук, іноземним членом Шведської королівської академії інженерних наук, Національної академії наук Індії, академії наук і науково-технічних товариств багатьох інших країн.

Тривалий час Борис Євгенович поєднував напружену наукову діяльність з державною на високих посадах заступника Голови Верховної Ради СРСР і члена Президії Верховної Ради України.

Як людина, вчений і громадянин Б. Патон має неперевершені якості вести за собою в ім'я високої мети великі колективи вчених і організаторів науки, захоплювати їх невичерпним ентузіазмом, створювати сприятливі для творчості умови. Він завжди швидко й вчасно відгукується і на проблеми, що виникають у колег, і на потреби економіки, держави.

Його самовіддану подвижницьку працю відзначено численними науковими й державними нагородами і преміями. Його нагороджено Золотими медалями ім. М. В. Ломоносова і С. І. Вавилова, Золотою медаллю ім. Л. Лозанна Асоціації металургів Італії, Золотою медаллю ім. В. Г. Шухова Союзу інженерів і науково-технічних товариств Росії, Золотою медаллю Всесвітньої організації інтелектуальної власності, Срібною медаллю ім. Айнштайна ЮНЕСКО.

За величезні заслуги академіка Бориса Патона нагороджено Ленінською і Державною премією, високим званням двічі Героя Соціалістичної Праці і Героя України, чотирма орденами Леніна, орденами Трудового Червоного Прапора, Дружби народів, князя Ярослава Мудрого IV і V ступеня, орденами Російської Федерації “За заслуги перед Вітчизною” II ступеня і “Пошани”, орденом Франциска Скорини Республіки Білорусь, “Орденом Честі” Грузії, орденом “Достик” Республіки Казахстан і багатьма іншими нагородами країн СНД.

Борис Євгенович є головним редактором наукових журналів “Вісник НАН України”, “Автоматическая сварка”, “Космічна наука і технологія”, “Наука та інновації”, “Современная электрометаллургия”, “Техническая диагностика и неразрушающий контроль”, член редколегій низки міжнародних часописів.

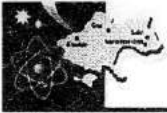
Символічно, що Борис Євгенович народився у день заснування Національної академії наук України. У 1998 року під час святкування 80-річчя Національної академії наук України її президентомі Борисові Патону, першому в державі, присвоєно звання Героя України.

Галина Шопя

В інтерв'ю з редактором журналу “Світ фізики” Борис Євгенович сказав:

“Світ фізики” – це дуже гарний журнал, його треба продовжувати видавати.

Фізика була, є й буде основною наукою, незважаючи на всі біотехнології, нанотехнології, адже в основі їх є фізика.”



Із виступу віце-президента НАН України, академіка А. Г. Наумовця.

“Декілька слів скажу про особистість Бориса Патона. Лише завдяки йому збереглася Академія наук України після розвалу Радянського Союзу. У ті часи почалися нападки на Академію, і Б. Є. Патон своїм авторитетом, своєю волею, своїм керуванням вберіг її. Інакше ми б розділили долю інших академій, скажімо, Грузії чи Казахстану, де академії перетворились на клуби видатних учених.

Про авторитет Бориса Євгеновича я наведу лише два приклади, яке сприйняття його, як особистості, людей не з наукової сфери, зовсім незалежні від нього і жодним чином йому не підпорядковані.

Перший епізод розповідав мені академік І. Походня. Він розповідав мені як велика делегація з Радянського Союзу поїхала до Великої Британії. Вони відвідали завод, де використовували електрозварювання для виготовлення великогабаритних установок. Зустрічав їх головний інженер цього підприємства. Коли він дізнався, що серед членів делегації був Б. Патон та інші фахівці електрозварювання, то зняв із себе піджак, розстелив при вході до цеху, де виконувались ці зварювальні роботи, і попросив Бориса Патона і всю делегацію пройти до цеха по цьому піджаку як знак поваги до цього великого вченого.

Другий епізод з моїх особистих спогадів. На початку 2000-го року ми разом із Борисом Євгеновичем їхали до Мінська. Прийшов потяг до прикордонної станції у Чернігівській області. Йдуть прикордонники перевіряти документи. Бере молодий прикордонник паспорт, читає і ба-

чить, що перед ним Патон. Що з ним сталося! Він зашарівся і каже: “Невже я бачу перед собою самого Патона! – Схопив його руку, почав її трясти, не випускати, каже: “Я, перш ніж стати прикордонником, був електрозварювальником, і така мені випала честь побачити Вас особисто”.

Оце вам епізоди із зовсім різних сфер сприйняття, які показують про авторитет Бориса Євгеновича, і про те, що він зробив.

Загалом, як подумати, що зробив Б. Патон і його родина, то якщо протягнути в одну лінію патонівський шов, що зроблений на радянських танках, то довжина цього шва буде від Нижнього Тагіла, де розміщений завод, що виготовляв ці танки, ... а другий оцим методом, який розробили в Інституті Патона, де в трубу запускають зварювальний апарат, яким зварюють шви, а тоді із середини зварюють наступний відтинок цієї труби, то вкладено за цією технологією 70 тисяч кілометрів трубопроводів, тобто майже двічі навколо земної кулі.

Такі досягнення. Звичайно, ви пам’ятаєте про зварювання в космосі, тих же корпусів атомних реакторів, підводних човнів, живих тканин. Ніхто в це не вірив, але завдяки використанню комп’ютерної техніки це вдалося. Це ж треба, пінцетом стиснути дві живі клітини! Комп’ютерний комплекс визначає опір цієї ділянки, напругу, силу струму і треба забезпечити такий режим, щоб, з одного боку, було зварювання, а з іншого боку, не було опіку цих тканин. Це питання було успішно розв’язано і впроваджено в медицину. Винахід запатентовано в США, і цим методом уже зроблено понад 30 тисяч хірургічних операцій. Ось з такою людиною я маю честь працювати.”

*Редакційна колегія журналу “Світ фізики” щиро вітає
Президента Національної академії наук України,
академіка*

БОРИСА ЄВГЕНОВИЧА ПАТОНА

з 90-річчям від дня народження.

*Бажаємо йому доброго здоров’я та щасливого творчого довголіття
на благо України.*



Винахідник у галузі радіозв'язку

Ал Гросс (Al Gross) (1918–2000) – це американський винахідник, вчений і радіо-аматор. Під час плавання озером Алі Гросс, якому тоді було дев'ятнадцять років, уперше побачив устаткування і роботу телеграфної радіостанції на борту пароплава. Видовище настільки захопило хлопчика, що його подальше життя була повністю присвячено радіозв'язку.

А. Гросс у 1934–1941 рр. працював над створенням легкої портативної радіостанції. Результатом цієї праці став винахід 1938 року портативної радіостанції для ведення переговорів під час руху. Радіостанції збирали на мініатюрних електронних лампах і працювали в діапазоні частот 200 і 300 МГц. Комунікаційна група Офісу стратегічних послуг США (Office Strategic Services – OSS) розробляла портативні двосторонні комунікаційні системи “повітря-земля”. Увага до винаходів Гросса привела його в OSS, де він працював упродовж Другої світової війни.

Винахідник 1941 року розробив комплект устаткування для зв'язку між літаками і Землею. Наземна радіостанція “Joan” і бортова – “Elea-pog”, давала змогу підтримувати радіозв'язок між собою у такий спосіб, що переговори було майже неможливо перехоплювати, навіть у тилу ворога. Їх використовували для зв'язку американських агентів у Німеччині з американськими літаками. Наприкінці 1943 року А. Гросс зустрівся з Арм-стронгом і ознайомився з принципом регенерації. Згодом винахідник застосував принцип регенерації у своїх розробках, і в передавачі, і приймачі. Унікальні розробки Гросса отримали гриф “цілком таємно” (Top Secret) і були розсекречені лише 1976 року.

Після війни А. Гросс став ініціатором створення служби “для особистого зв'язку”. Федеральна комісія із зв'язку США (FCC) 1946 року виділила для служби окремий діапазон частот. Для виробництва радіостанцій персонального користування і розвитку нової служби А. Гросс організував компанію “Citizens Radio Corporation”. Нова компанія приступила до розроблення трансивера для цивіль-

ного зв'язку і 1948 року презентувала зразок радіостанції. У 1946 році було організовано компанію “Gross Electronics Inc.” для розробок у галузі комунікацій. У 1948 році ця компанія уклала контракт на поставку комунікаційного устаткування для американської берегової охорони. Для користування в надзвичайних ситуаціях флотом США компанією було спроектовано і налагоджено виробництво портативної радіостанції на діапазон 401 МГц.

А. Гросс 1950 року продемонстрував перед FCC можливість використання ручної радіостанції як “бездротового віддаленого телефона” (cordless remote telephone), який став прототипом системи персонального виклику #@:. У вересні 1958 року устаткування, що виробляла компанія “Citizens Radio Corporation”, перше у США, отримало схвалення FCC для використання на частоті 27 МГц, нині відоме як “Цивільний діапазон” #@:.

Компанія “Gross Electronics Inc.” 1959 року розробила і побудувала радіостанцію з батарейним живленням без обслуговуючого персоналу метеорологічних станцій американського флоту. Станцію скидали на парашутах в Антарктиці.

Роботи винахідника в області двостороннього індивідуального радіозв'язку проклали шлях до бездротових і стільникових телефонів, і пейджерів. “Якщо ви маєте радіо- або стільниковий телефон, “walkie-talkie” або пейджер, то ви користуєтеся одним з моїх патентів”, – говорив А. Гросс, і додавав – “Якби мої патенти на ці технології не закінчилися 1971 року, то я був би мільйонером кілька разів”. З властивими винахіднику гумором та іронією він любив повторювати: “Якби я все ще мав патенти на мої винаходи, то Біл Гейтс стояв би позаду мене”.

А. Гросс одержав багато відзнак і нагород. Останні роки життя він був на викладацькій роботі. У п'ятницю 29 грудня 2000 року в 01:15 по полудню #@< в ефірі радіоаматорства прозвучало повідомлення: “Померла людина, яка дала світові такі важливі концепції і пристрої радіозв'язку як портативна радіостанція, пейджер і радіотелефон”.



Нобелівською премією з фізики 2008 року нагородили американського фізика японського походження Йоїшіро Намбу (Yoichiro Nambu) з Інституту імені Енріко Фермі Чиказького університету (США) за "відкриття механізму спонтанного порушення симетрії на субатомному рівні" (половиною призового фонду). Йому належать піонерські ідеї про можливість спонтанного порушення киральної симетрії. Другою половиною нагородили японських фізиків Макото Кобаяші (Makoto Kobayashi) із Центру пришвидшувачів високої енергії (Цукуба, Японія) і Тосігіде Маскаву (Toshihide Maskawa) із Інституту теоретичної фізики Кіотського університету (Японія) за "відкриття походження порушеної симетрії, яке передбачає існування в природі принаймні трьох поколінь кварків".



Йоїшіро Намбу

Макото Кобаяші

Тосігіде Маскава

Порушення симетрії в природі

Йоїшіро Намбу народився 1921 року в Токіо (Японія). Нині Й. Намбу є почесним професором Інституту імені Енріко Фермі Чиказького університету.

Понад півсторіччя тому, задовго до появи фізичного терміну "кварк", Йоїшіро Намбу (Yoichiro Nambu) спільно з італійським фізиком Джованні Йона-Лазіньо висловили гіпотезу про глибинні причини, що зумовлюють "будову" і властивості адронів, яких тоді було вже відомо декілька десятків. Спираючись на аналогію з надпровідністю, якою Й. Намбу займався до цього, вони побудували модель сильної взаємодії цих частинок. Її основними об'єктами були не добре відомі нуклони – протони і нейтрони, а гіпотетичні, дуже легкі частинки, яких у природі не виявилось (роль, яку вони грали в цій моделі, згодом узяли на себе кварки); мезонів у теорії спочатку не було взагалі. Але, мабуть, найголовніше і цій теорії,

що вакуум перестав відігравати роль "стороннього спостерігача" за поширенням частинок, а перетворився на активного учасника процесу.

Математично це виглядало як поява нової симетрії – так званої киральної, яка спонтанно порушувалася, а фізично, як і у випадку надпровідності, було виявом того загального положення, що система ферміонів із взаємодією між частинками не зовсім стійка. Саме ця нестійкість привела до утворення конденсату – когерентного стану взаємодіючих частинок, що мінімізує енергію системи, подібно до того як це роблять куперівські пари в надпровіднику.

Що таке спонтанне порушення симетрії пояснимо на прикладі. Усім відомий буриданив осел, який, стоячи посередині між двома копицями сіна, довго не міг вирішити, до якої з них попрямувати. Поки осел стоїть посередині, ситуація цілком симетрична. Але, врешті решт, осел мусить піти до



однієї з копиць – не помирати ж йому з голоду. Вибір абсолютно випадковий (спонтанний), але як тільки осел зробить перший крок у якийсь бік, запах сіна від ближчої копиці стане трохи сильнішим, а, відтак, осел назад уже не піде. Отже, не залишається жодних шансів на подальше утримання симетрії.

А ось інший приклад. Уявімо собі, що маленький тенісний м'ячик лежить на слабо накачаному закріпленому баскетбольному м'ячі, продавивши ямку в його верхній точці. Очевидно, що така конфігурація абсолютно симетрична щодо вертикальної осі, яка проходить крізь центри обох м'ячів. Почнемо накачувати баскетбольний м'яч. Як тільки угнутість в його верхній точці зникне, тенісний м'ячик негайно скотиться донизу (і в непередбачуваному напрямі). Зауважимо, що в ході цього експеримента ми не скоювали ніякої асиметричної дії на систему, проте симетрія порушилася і до того ж незворотно.

У результаті порушення киральної симетрії в моделі Намбу-Йона-Лазиньо виникали мезони, а ферміони отримували значну масу і ставали схожими на нуклони. Їхня теорія не була повністю послідовною, але вона багато в чому передувала появі справжньої теорії сильної взаємодії – квантової хромодинаміки, якій органічно властиве спонтанне порушення киральної симетрії.

Варто зазначити також і те, що за декілька років (1965), коли вже стало зрозуміло, що адрони складаються з кварків, Й. Намбу разом із Ганом були першими, хто показав, що кварки взаємодіють за допомогою восьми частинок із спином 1, які згодом назвали глюонами. Отже, Й. Намбу став одним із авторів уявлення про “колір” кварків. “Колір” – це властиве кваркам (і глюонам) квантове число, яке не має нічого спільного із загальноживаним уявленням про колір. Подібно як електричний, кольорові заряди характеризують кварки і взаємодії між ними.

Йошіро Намбу також нагороджено багатьма преміями та відзнаками, зокрема преміями Данні Гайнемана з математичної фізики (1970), Американської національної академії наук (1971), Американської академії мистецтва і науки (1971), Роберта Опенгаймера (1976), нагородою уряду Японії (1978), Національною медаллю науки (США,

1982), медаллю Макса Планка (1985), медаллю Дірака Міжнародного центра з теоретичної фізики (1986), премією Сакурая Американського фізичного товариства (1994), премією з фізики Фундації Вольфа (1994–1995), Меморіальною медаллю Міжнародної федерації учених (1995), премією ім. М. Боголюбова Об'єднаного Інституту ядерних досліджень (2003), медаллю Бенджаміна Франкліна (2005).

Він є Почесний член Японської академії наук (1984), Почесний Доктор Північно-Західного університету (1987), Почесний член Осацького університету (1996), Іноземний член Грузинської академії наук (1996).

Макото Кобаяші народився 7 квітня 1944 року в Нагойї (Японії). Він – почесний професор Центра пришвидшувачів високої енергії (КЕК, Цукуба, Японія).

Тосшігіде Маскава народився 1940 року. Сьогодні він почесний професор Інституту теоретичної фізики Кіотського університету (Японія).

М. Кобаяші і Т. Маскава поділили другу половину Нобелівської премії з фізики за 2008 рік. Їхній внесок у сучасну фізику пов'язаний з двома іншими видами симетрії – просторовою і зарядовою. Суть першої ілюструється картиною, яку спостерігаємо при віддзеркаленні предмета у дзеркалі. Зображення може бути або тотожним до самого предмета (наприклад, віддзеркалення літер О, Н або Ф), або ні (віддзеркалення літери Р).

Деякий час фізики вважали, що в природі існують три фундаментальні закони симетрії.

Перший закон, відомий як “симетрія зарядового стану” (С), стверджує, що результат будь-якого фізичного експерименту має бути незмінним, якщо всі частинки, що беруть у ньому участь, замінити на відповідні їм античастинки. Іншими словами, у світі, що складається з антиматерії, мусять діяти такі ж фізичні закони, що й у світі, який складається з матерії.

Другий закон – “збереження парності” (Р), стверджує, що довільна реакція між частинками мусить бути незмінною, якщо всі геометричні величини, наприклад, просторові координати, замінити їхніми дзеркальними відображеннями, тобто жодна реакція не дає змоги відрізнити ліве від правого.



Третій закон, “симетрія відносно обернення часу” (Т), стверджує, що будь-яка реакція між елементарними частинками мусить однаково добре протікати і у прямому, і в зворотному напрямку. Наприклад, якщо дві частинки можуть зливатися, утворюючи третю, то остання може розпадатись з утворенням двох вихідних частинок.

Ц. Лі й Ч. Янг 1956 року дійшли висновку про незбереження парності Р у деяких реакціях, пов’язаних зі слабкою взаємодією. Вони запропонували експерименти, які б дали змогу з’ясувати це питання. А незабаром Ц. Ву та її колеги з Колумбійського університету довели, що парність не зберігається під час бета-розпаду (випускання електрона) деяких радіоактивних ядер: ядра випускають більше “орієнтованих ліворуч” електронів, ніж “орієнтованих праворуч”.

Інші дослідники встановили, що зарядовий стан (С) також зберігається лише з деяким наближенням. У деяких фізичних процесах простежується перевага частинок перед античастинками. Поєднавши симетрії С і Р у комбінований закон збереження СР-симетрії, який підтверджується експериментальними результатами, фізики “врятували” існування деяких важливих закономірностей. Порушення С компенсується одночасним порушенням Р, і навпаки. Наприклад, якщо надлишок лівоорієнтованих електронів порушує збереження парності, то одночасна заміна частинок на античастинки перетворила б лівоорієнтовані електрони в правоорієнтовані позитрони, і фізичні закони б не змінилися.

Універсальне збереження комбінованої СР-симетрії, запропоноване для пояснення порушень, зокрема для С- і Р-симетрій, заперечили Дж. Кронін і В. Фітч улітку 1963 року.

Дж. Кронін і В. Фітч вивчали пучки нейтральних К-мезонів, які нині називають каонами (частинки з масою, удвічі меншою ніж маса протона). Розпочинаючи експеримент, науковці не ставили собі за мету заперечити СР-симетрію, навпаки, вони сподівались підтвердити її.

У низці експериментів, які провели за участю Рене Турле з Центра ядерних досліджень у Франції та Джеймса Крістенсена, аспіранта з Принстонського університету, Дж. Кронін і В. Фітч підтвердили порушення СР-симетрії. Проте у розпаді певного виду нейтральних К-мезонів майже одна

з 500 подій не проходили тест на симетрію. У розпаді К-мезонів лівоорієнтовані частинки переважають над правоорієнтованими (порушення парності Р), а матерія – над антиматерією (порушення зарядової симетрії С). Водночас порушується комбінована СР-симетрія: у розпадах лівоорієнтована матерія переважає над правоорієнтованою. Це виявилось у забороненому типі розпаду. Відповідно з СР-симетрією короткоживучі нейтральні К-мезони можуть розпадатись на два пі-мезони, а довгоживучі нейтральні К-мезони (із часом життя майже в 500 разів більшим) можуть розпадатись лише на три пі-мезони.

Експериментальні результати, які спочатку було сприйнято з недовірою, упродовж шести місяців науковці ретельно перевіряли і згодом переконливо довели, що деякі довгоживучі К-мезони розпадаються на два пі-мезони.

Поза сумнівом залишилась тільки загальна симетрія СРТ – комбінація всіх трьох симетрій. Будь-яке явище, яке відбувається в природі, має таку властивість, що відповідне явище, яке виникає за одночасної заміни лівого на праве, матерії на антиматерію й обернення часу, мусить бути рівноймовірним.

Цей факт і порушення СР-інваріантності привели до висновку: симетрія відносно обернення часу має порушуватись. Якщо порушується СР-симетрія, то для збереження загальної СРТ-симетрії потрібно, щоб Т-симетрія (відносно обернення часу) також порушувалась. Розпад К-мезона, що порушував СР-симетрію, не можна обернути в часі.

Ці висновки змусили науковців не лише переосмислити попередні пояснення фізичних явищ, а й створити нову теорію еволюції Всесвіту. Справді, якщо в перші моменти “Великого вибуху” матерія й антиматерія утворювались у рівних кількостях, то вони могли б повністю анігілювати. Але порушення СР-інваріантності дає змогу античастинкам розпадатись швидше, ніж частинкам, і, відповідно, швидше зникати, залишаючи надлишок частинок як речовину Всесвіту.

Щодо процесів анігіляції, то вони підтримують запас електромагнетного випромінювання у Всесвіті. Тоді все, зокрема, й ми, породжені завдяки порушенню симетрії.



Залишалося, проте, незрозумілим, як порушення CP-інваріантності узгодити з існуючими у той час теоретичними уявленнями. Річ у тому, що тоді ще тільки-тільки запропонована систематизація адронів американськими фізиками М. Гелл-Манном і Дж. Цвейгом, заснована на уявленні про існування кварків трьох типів – u , d і s і відповідних антикварків. Але порушенню CP-інваріантності там місця не було.

Тоді М. Кобаяші і Т. Маскава звернули увагу на ту обставину, що незбереження CP-парності можна описати вельми логічно, якщо крім згаданих вище є як мінімум ще три кварки. Кажучи точніше, якщо в природі існує не менше трьох поколінь кварків.

Їх здогадка блискуче підтвердилася, тепер ми знаємо, що три покоління – це пари (ud) -, (cs) - і (tb) -кварків, які, проте, “змішуються” один з одним. (Останній, важкий t -кварк третього покоління, “піймали” в Національній пришвидшувальній лабораторії імені Енріко Фермі (Чикаго, США) 1994 року.

Слабка взаємодія зумовлена переходами усередині трійок u ст (їх електричні заряди рівні $+2/3$) і d sb (електричні заряди $-1/3$) відповідно. До того ж, з’ясувалося, що під час розпадів нейтральних V -мезонів CP-парність порушується набагато сильніше, ніж в аналогічних процесах за участі K -мезонів, про які уже згадувалося.

Зазначимо, що у всій цій захопливій фізиці мікросвіту ще далеко не все зрозуміло. Ми ще не знаємо найголовнішого: яка причина порушення симетрії в слабких взаємодіях? Подальше тісно пов’язане з властивостями бозона Гітса, існування якого передбачається так званою стандартною моделлю. Якщо цей прогноз правильний, то його згодом буде відкрито на Великому адронному коллайдері (LHC), який нещодавно запущено в ЦЕРНі. Якщо ж експерименти в ЦЕРНі не підтвердять його існування, це означатиме, що глибинну структуру матерії ми насправді розуміємо набагато гірше, ніж нам здається це нині.

Від квітня 1972 року М. Кобаяші став асоційованим членом Кіотського університету, з липня 1979 року – асистентом професора Національної

лабораторії фізики високих енергій, від квітня 1989 року – професором цієї лабораторії. Від квітня 1997 року він – професор Інституту частинок і ядерних досліджень, керівник відділення фізики КЕК.

У квітні 2003 року М. Кобаяші став директором Інституту частинок і ядерних досліджень Центру пришвидшувачів високої енергії КЕК, із квітня 2004 року він голова наглядової ради цього інституту, від червня 2006 року – заслужений професор КЕК.

Науковець одержав Пам’ятну нагороду Меморіального фонду (1979), премію Сакурай Американського фізичного товариства (1985), премію Японської академії наук (1985), премію Асахі (1995), премію в галузі культури (1995), нагороду за заслуги в галузі культури Міністерства культури Японії (2001).

Упродовж усієї історії нагородження, японські науковці одержали шістнадцять Нобелівських премій. Цікаво зазначити, що Нобелівську премію з фізики 1949 року одержав перший директор Інституту теоретичної фізики Кіотського університету Гідекі Юкава (Hideki Yukawa) за теоретичні праці з природи ядерних сил і передбачення існування мезонів.

Нині вдруге директор цього ж Інституту професор Тошігіде Москава одержав Нобелівську премію.

Теоретична праця Макото Кобаяші та Тошігіде Маскава 1964 року, присвячена порушенню CP-симетрії є однією з трьох найцитованіших праць за всі часи у теоретичній фізиці. Експериментальне підтвердження висновків цієї праці було одержано лише 2001 року.

Спонтанне порушення симетрії, якому присвячено праці Йошіру Намбу ще чекає свого остаточного підтвердження – фізики сподіваються, що воно може бути отримано після запуску Великого адронного коллайдера.

Отже, наукові праці початку 1960-х років нині опинилися на передньому краю фізики.

**Галина Шопя,
Олександр Гальчинський**

Особливості закону додавання швидкостей

Олег Орлянський,

завідувач кафедри теоретичної фізики
Дніпропетровського національного університету

Наскільки ви розумієте закон додавання швидкостей та вмісте ним користуватися? Перевірте себе!

1. Швидкість пасажирського потяга 100 км/год. Чи може щось рухатись у ньому назад відносно Землі?
2. Швидкість дівчинки 1 м/с, швидкість хлопчика 2 м/с. Якою може бути їхня відносна швидкість? Чи може швидкість дівчинки відносно хлопчика бути більша від швидкості хлопчика відносно дівчинки?
3. Чи може парусний човен пливати озером проти вітру, швидше від вітру?
4. В астрономічній обсерваторії площину дзеркала утримують строго перпендикулярно до променя, який надходить із центру сонячного диска. Куди попаде відбитий від дзеркала сонячний промінь?
5. Під час автомобільних перегонів на прямій ділянці дороги один автомобіль обганяє інший. З якою швидкістю змінюється відстань між автомобілями в момент обгону, якщо швидкості автомобілів у цей час дорівнюють v_1 і v_2 ?

Якщо всі п'ять запитань здалися вам простими і зрозумілими, це свідчить або про ваш високий професіоналізм у додаванні швидкостей, або про кепський стан ваших справ в основах кінематики. Щоб розібратися в усіх запропонованих запитаннях і деяких тонкощах додавання швидкостей, почнемо з основних ідей.

Уявіть собі корабель, наприклад, "Титанік", на палубі якого знаходиться герой в точці А і героїня в точці В. Герой прямує до героїні зі швидкістю 4 км/год відносно палуби, яка переносить персонажів зі швидкістю корабля 20 км/год (рис. 1). Визначмо швидкість героя відносно води.

На рисунку зображено відповідні переміщення за час руху героя (вважаймо для зручності, що всі рухи рівномірні і прямолінійні).

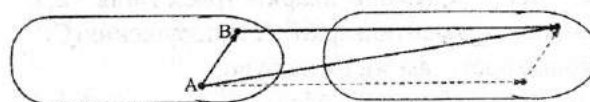


Рис. 1

Додаймо переміщення героя відносно палуби (відносне переміщення) та переміщення палуби під ногами героя (переносне переміщення) та отримаємо переміщення героя відносно нерухомих берегів і океанських просторів (абсолютне переміщення).

$$\vec{v}_{\text{від}} t + \vec{v}_{\text{пер}} t = \vec{v}_{\text{абс}} t.$$

Скоротивши час t , отримаємо закон додавання швидкостей:

$$\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{від}} + \vec{v}_{\text{пер}}. \quad (1)$$

Отже, якщо ми в зручному масштабі відкладемо одну за одною відносну і переносну швидкості (як на рисунку з кораблем), за допомогою лінійки зможемо швидко оцінити абсолютну швидкість. У нашому випадку це майже 22,5 км/год – перевірте!

Абсолютна швидкість – це швидкість тіла відносно нерухомої системи відліку.

Відносна швидкість – це швидкість тіла відносно рухомої системи відліку.

Переносна швидкість – це швидкість, з якою тіло переноситься рухомою системою відліку. Інакше кажучи, це швидкість тієї точки рухомої системи відліку, де зараз знаходиться тіло.

Будьте уважні: часто вважають, що переносною швидкістю є швидкість рухомої системи відліку. Це правильно тільки тоді, коли система рухається поступально. Уявіть диск, що обертається (наприклад, DVD диск у комп'ютері). Чому дорівнює швидкість диска? Або швидкість смерчу, який захопив пtiцю. Птиця з усіх сил намагається вирватися, рухаючись із максимальною швидкістю відносно повітря. Та повітря навколо пtiці переносить її в іншому напрямку, і швидкість саме цієї частини смерчу є переносною.

Часто плутають абсолютну, відносну і переносну швидкості між собою. Запам'ятайте, що в задачі завжди присутнє деяке, умовно кажучи, тіло, швидкість якого вимірюється двічі: відносно нерухомої системи (абсолютна швидкість $\vec{v}_{\text{абс}}$) і відносно рухомої (відносна швидкість $\vec{v}_{\text{від}}$). Цим тілом може бути літак, швидкість якого відносно землі треба знайти, якщо відома його швидкість відносно повітря, а може бути й повітря, якщо нас цікавить швидкість вітру відносно літака за відомої швидкості вітру відносно Землі. Насамперед слід визначитись із системами відліку: яку вважати рухомою, а яку ні. Не ускладнюйте собі життя: за нерухому обирайте таку систему, яка від початку здається вам нерухомою, частіше за все це буде система, пов'язана із Землею. Обравши нерухому систему відліку, визначайтесь із тілом, швидкість якого зустрічається двічі. Далі з'ясуйте, яка з двох швидкостей абсолютна, а яка відносна і, нарешті, знайдімо переносну швидкість. Тепер ви вже готові використувати рівняння (1).

Перш ніж з'ясувати питання, які запропоновано на початку статті, розгляньмо декілька прикладів на додавання швидкостей.

Уявімо собі, що падає дощ. З якою швидкістю падають краплі? Для відповіді на це запитання скористаємось законом додавання швидкостей. Будемо спостерігати за рухом крапель з двох систем відліку: нерухомої, пов'язаною із Землею, і рухомої, пов'язаною з автомобілем. Відносно нерухомої Землі краплі падають вертикально вниз (вітру нема) і летять паралельно до стінок будинків. На боковому склі нерухомого автомобіля вони штрихують вертикальні відрізки. Але якщо автомобіль поїде, струмені дощу змінять напрям руху і почнуть заливати лобове скло, а на боковому малювати похилі лінії. Ми всі зустрічалися з цим явищем, коли, нахилившись уперед, починали перебігати кудись під дощем. Струмені дощу змінювали напрям, намагаючись влучити в нас спереду. Звична історія, начебто нічого дивного. Але зверніть увагу: до початку бігу струмені були паралельні до стінок будинків. Тепер струмені нахилилися, а стінки – ні. Невже паралельні в одній системі відліку стають непаралельними в іншій?

Як бачимо, навіть у простих задачах на додавання швидкостей є над чим замислитись, коли вперше зустрічаєшся з ними без поспіху.

Наведемо стандартний розв'язок задачі.

За нерухому систему відліку візьмемо систему, пов'язану із Землею, а за рухому – систему, пов'язану з автомобілем. Швидкість крапель дощу відносно Землі є абсолютною $\vec{v}_{\text{кр/з}} = \vec{v}_{\text{абс}}$, а швидкість крапель відносно рухомого автомобіля – відносною $\vec{v}_{\text{кр/а}} = \vec{v}_{\text{від}}$. Система відліку “автомобіль” рухається з переносною швидкістю $\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{пер}}$, яку показує спідометр. За законом додавання швидкостей (1):

$$\vec{v}_{\text{від}} = \vec{v}_{\text{абс}} - \vec{v}_{\text{пер}}$$

або
$$\vec{v}_{\text{кр/а}} = \vec{v}_{\text{кр/з}} + (-\vec{v}_{\text{а}}).$$

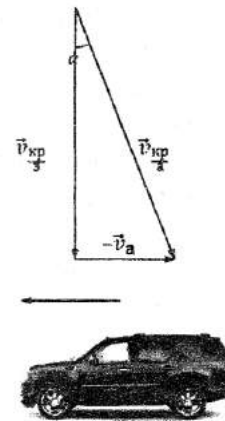


Рис. 2

Вектори швидкостей утворюють прямокутний трикутник, з якого легко знайти швидкість крапель води і відносно Землі $\vec{v}_{\text{кр}} = \vec{v}_{\text{абс}}$, і відносно рухомого автомобіля $\vec{v}_{\text{кр/а}} = \vec{v}_{\text{від}}$. Відносно Землі:

$$v_{\text{кр/з}} = v_{\text{а}} \cdot \text{ctg} \alpha.$$

Добуток швидкості автомобіля на котангенс кута відхилення руху дощових крапель від вертикалі (який легко знайти за слідами на склі) і дає швидкість крапель, яку ми шукали.

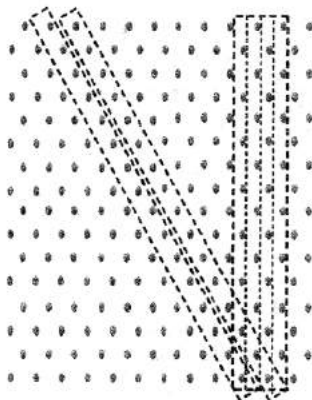


Рис. 3

Відносно напрямку струменів дощу, зазначимо, що в цьому випадку струмені є певною мірою уявним об'єктом. Те, що ми сприймаємо як струмені дощу в нерухомій і рухомій системах відліку є сукупністю зовсім різних крапель (рис. 3), розташованих уздовж напрямків їх швидкостей. Справді, якщо ви будете стояти на місці, крапля, яка влучить у вас за секунду, буде зовсім іншою, ніж та, яка влучила б за секунду бігу. Щодо окремого струменя води, який стікає з даху і летить повз стінку будинку, він і під час бігу зберігатиме свою форму, залишатиметься вертикальним і паралельним до стінки. Відносно автомобіля він, як деяке геометричне утворення, рухатиметься разом із будинком назад, а краплі води в ньому до того ж падатимуть донизу, так що їх швидкість відносно рухомої системи відліку буде спрямована під тим самим кутом α до вертикалі

і мати таке ж значення $v_{кр} = \frac{v_a}{\sin \alpha}$ (рис. 2). Отже,

перехід до іншої системи відліку не змінює ані форму тіл, ані кути між матеріальними лініями.

Наступна задача, яку корисно розглянути під час вивчення закону додавання швидкостей, є задача про переправу. Для спрощення розглянемо річку з паралельними берегами і сталою швидкістю течії, незалежно від відстані до берегів. Припустимо швидкість течії 9 км/год. Для переправи ви можете вибрати один з двох човнів: перший розвиває швидкість 10 км/год відносно води, а другий – тільки 6 км/год. Обравши човен, річку треба переплисти вздовж найкоротшого з усіх можливих шляхів. Яким човном скористатися,

щоб час такої переправи виявився найменшим? За якої швидкості човна переправитись і виконати умови задачі неможливо?

Провокаційні запитання, чи не так? Відповідь настільки очевидна, що мимоволі замислюєшся, чого ж від нас хочуть. Насправді, щоб швидше переплисти, слід обрати повільніший човен! Не вірите? Давайте розберемося!

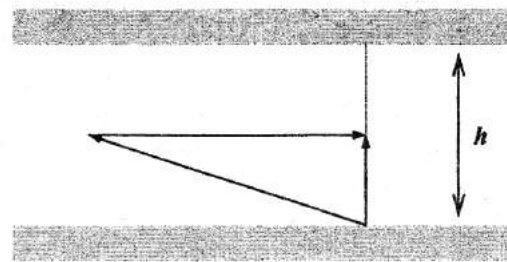


Рис. 4

Припустимо, ми обрали перший швидкіший човен. Найкоротша відстань – це перпендикуляр до берегів. Щоб човен рухався вздовж перпендикуляру (напрямок абсолютної швидкості), його слід повернути (напрямок відносної швидкості) частково проти течії (переносна швидкість). За законом додавання швидкостей маємо трикутник (рис. 4), з якого за теоремою Піфагора знаходимо абсолютну швидкість

$$v_{абс} = \sqrt{v_{від}^2 - v_{теч}^2} \approx 4,36 \text{ км/год.}$$

Час переправи дорівнює відношенню ширини річки h до цієї швидкості.

Розглянемо другий випадок.

Припустимо, що ми обрали повільніший човен. Його швидкість 6 км/год у півтора рази менша від швидкості течії. Переплисти річку вздовж перпендикуляра вже неможливо. Як тоді розуміти умову про “найкоротший з усіх можливих шляхів”? Треба просто розглянути всі можливі шляхи для даних значень швидкостей та обрати з них найменший. Найменшим буде прямолінійний шлях, за якого човен знесе течією щонайменше. Скористаємось законом додавання швидкостей. Відкладемо спочатку незмінну переносну швидкість течії вздовж берега і почнемо додавати до неї відносну швидкість човна під різними кутами (рис. 5). Будь-які положення кінця вектора цієї

швидкості утворюють півколо, на якому закінчується вектор абсолютної швидкості. Щоб човен знесло течією щонайменше, абсолютна швидкість має утворювати з напрямком течії щонайбільший кут. Цей напрямок відповідає дотичній до кола. В цьому випадку вектори швидкостей утворюють прямокутний трикутник

і $v_{\text{абс}} = \sqrt{v_{\text{пер}}^2 - v_{\text{від}}^2}$. Щоб знайти час переправи, можна поділити ширину річки на перпендикулярну до берегів складову швидкості човна:

$$\begin{aligned} v_{\text{абс}} &= v_{\text{від}} \sin \alpha = v_{\text{від}} \frac{v_{\text{абс}}}{v_{\text{пер}}} = \\ &= \frac{v_{\text{від}}}{v_{\text{пер}}} \sqrt{v_{\text{пер}}^2 - v_{\text{від}}^2} = \\ &= 2\sqrt{5} \text{ км/год} \approx 4,47 \text{ км/год} \end{aligned}$$

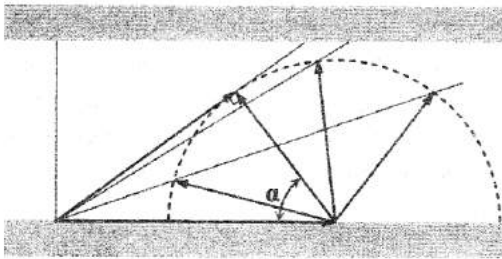


Рис. 5

Ця швидкість більша від 4,36 км/год. Отже, повільніший човен перепливе річку швидше! Щоправда рухатись він буде вздовж іншої траєкторії, яка, до речі, має більшу довжину.

Переплисти річку вздовж найкоротшого з усіх можливих шляхів не можливо, якщо швидкість човна відносно води дорівнює швидкості течії. У цьому випадку найкоротшим шляхом є перпендикуляр, але швидкість уздовж нього дорівнює нулеві. Нарешті, зверніть ще раз увагу на рис. 5. Будь-яка траєкторія руху (за винятком найкоротшої) можлива за двох напрямків відносно швидкості, оскільки у кола і прямої є дві точки перетину. Тобто на олімпіадах можуть зустрітись задачі, які матимуть два розв'язки, а не один. Наприклад, під яким кутом до течії слід спрямувати

човна, що переплисти в задану точку протилежного берега. Будьте уважні!

Далі розгляньмо питання, які запропоновано на початку статті.

1. *Швидкість пасажирського потяга 100 км/год. Чи може щось рухатись у ньому назад відносно Землі?*

Звісно, ми розглядатимемо не щось випадкове або безтілесне, як, наприклад, постріл або розповсюдження світла, звуку чи нервових імпульсів. Питання стосується якоїсь деталі, яка належить потягові, що рухається відносно нього назад і до того ж швидше, ніж потяг рухається вперед відносно Землі.

Для читача, мало обізнаного в тонкощах конструкції потяга, насамперед слід звернути увагу на колеса, частини робочих поверхонь яких під час руху на мить зупиняються в точках дотику до нерухомих рейок. Зате, коли через півоберту ці частини опиняються зверху, вони вже рухаються вдвічі швидше, ніж сам потяг. У цьому легко переконатися, якщо покласти на край зошита олівець або ручку, притиснути кінчиками пальців і прокотити долонею вздовж зошита. Рука пройде вдвічі більший шлях ніж олівець – отже, вона рухалась удвічі швидше. Разом із нею вдвічі швидше рухались верхні точки олівця, які під час руху дотикалися поверхні долоні й мали з нею однакову швидкість.

Загалом, колесо – це найдивовижний винахід людства. Саме винахід, а не відкриття. У первозданній природі ми не зустрічаємо нічого, щоб рухалось на колесах. Камінь, який скочується з гори, перекотиполе – це тільки натяки на колесо, адже в них немає головного – частини, яка рухається поступально завдяки обертанню інших частин. Зрозуміло, що для живих створінь, які мали б колеса, виникло б багато проблем із їхнім живленням. Звичайні судини, нервові волокна перекручувались би і не забезпечували б колеса потрібними поживними речовинами для росту. У фантастичному романі Кліфорда Саймака “Заповідник гоблінів” зображено інопланетну расу колісників. Проте й там згодом з'ясовується, що колісники були штучно створені давньою цивілізацією.

Ми з дитинства звикли до іграшкових автомобілів, транспорту на вулиці тощо, і тому нам не видається дивною ідея колеса. Але додуматись до цієї ідеї першим було дуже не просто. Цивілізації північної та південної Америки виготовляли із золота витончені витвори мистецтва, розробили найскладніший в історії людства календар, будували піраміди та дороги, але так і не винайшли колеса. Розвиток цивілізацій майя, ацтеків, інків виявився загальмованим порівняно з тим, що відбувалося по інший бік океану, адже навіть проста гірнична тачка з двома ручками та одним колесом дає змогу одній людині перевозити значні вантажі.

Розгляньмо докладніше рух колеса, яке без проковзування котиться вздовж горизонтальної поверхні. У системі відліку, що поступально рухається зі швидкістю колеса, останнє обертається навколо нерухомої осі, і супроводжує крайніми точками горизонтальну поверхню у зворотному напрямку. Отже, в цій системі відліку швидкість крайніх точок колеса і швидкість горизонтальної поверхні дорівнюють одна одній. З іншого боку, швидкість поверхні відносно осі колеса дорівнює швидкості осі колеса відносно поверхні. Тобто, колесо котиться горизонтальною поверхнею зі швидкістю, яка дорівнює відносній швидкості точок його ободу. Щоб знайти абсолютну швидкість точок колеса залишається скористуватися законом додавання швидкостей.

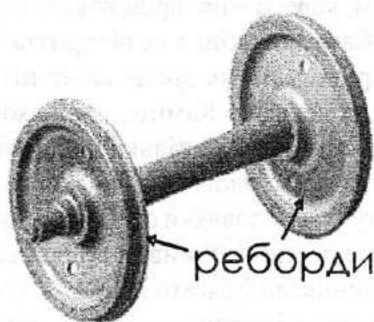


Рис. 6

У коліс, які пристосовані для руху вздовж рейок, є спеціальні виступи, реборди, щоб під час руху утримуватись на рейках і не з'їхати кудись вбік (рис. 6). Саме ці виступи періодично рухаються назад, коли опиняються нижче рівня рейок. У цьому можна переконатися, скориставшись

законом додавання швидкостей. Як бачимо з рис. 7, швидкість точки, яка дотикається до рейки, дорівнює нулеві. За відсутності проковзування точка колеса у місці дотику до поверхні на мить набуває її швидкості та зупиняється, а ось найнижча точка реборди рухається відносно рейок назад, оскільки її швидкість у системі відліку "потяг" спрямована назад і більша від швидкості потяга. Крім найнижчої точки, зміщуються назад всі інші точки реборди, що знаходяться нижче від рівня поверхні рейки (доведіть це самостійно).

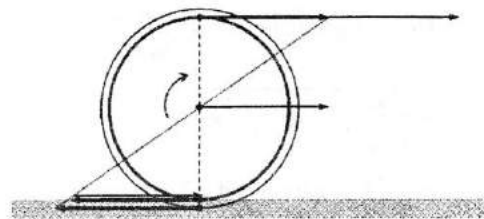


Рис. 7

2. Швидкість дівчинки 1 м/с, швидкість хлопчика 2 м/с. Якою може бути їхня відносна швидкість? Чи може швидкість дівчинки відносно хлопчика бути більшою від швидкості хлопчика відносно дівчинки?

Якщо хлопчик і дівчинка рухаються в одному напрямку, їхня відносна швидкість буде 1 м/с, якщо назустріч один одному – 3 м/с. За законом додавання швидкостей

$$\vec{v}_{\text{від}} = \vec{v}_{\text{абс}} - \vec{v}_{\text{пер}}$$

Отже, швидкість хлопчика відносно дівчинки

$$\vec{v}_{\text{хл/дів}} = \vec{v}_{\text{хл}} - \vec{v}_{\text{дів}} = \vec{v}_{\text{хл}} + (-\vec{v}_{\text{дів}}).$$

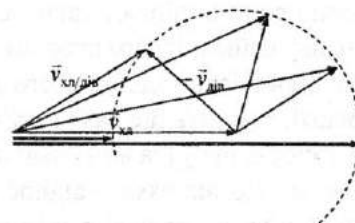


Рис. 8

Деякі можливі випадки цього співвідношення зображено на рис. 8, де до швидкості хлопчика $\vec{v}_{\text{хл}}$ додається під різними напрямками – $\vec{v}_{\text{дів}}$.

Вектори утворюють трикутники, а за нерівністю трикутника довжина будь-якої сторони завжди більша ніж різниця двох інших сторін і менша, ніж їхня сума. Отже, величина відносної швидкості $|\vec{v}_{\text{хл/дів}}|$ знаходитиметься між $|\vec{v}_{\text{хл}}| - |\vec{v}_{\text{дів}}| = 1 \text{ м/с}$ і $|\vec{v}_{\text{хл}}| + |\vec{v}_{\text{дів}}| = 3 \text{ м/с}$.

Як не дивно, ця відповідь, неправильна. Відносна швидкість може бути будь-якою, наприклад, дорівнювати нулеві або 100 м/с. До того ж, величина швидкості хлопчика відносно дівчинки може значно відрізнятись від величини швидкості дівчинки відносно хлопчика. Не вірите? Простий приклад: хлопчик і дівчинка катаються у парку на дитячому атракціоні – горизонтальній круглій платформі з іграшковими звірятками, на яких можна сидіти. Платформа обертається навколо вертикальної осі. Поряд сидять і тримаються за руки хлопчик і дівчинка, дівчинка ближче до центра платформи, хлопчик – далі. Чому дорівнює їхня відносна швидкість? Звісно, нулю, адже діти відносно один одного нерухомі! Вони можуть розмовляти, фотографуватися і під час руху атракціону, і після його зупинки. Згідні? Але ж під час руху швидкість хлопчика відносно Землі була більшою від швидкості дівчинки. Якщо відстань від центра платформи до хлопчика вдвічі більша від відстані до дівчинки, то й швидкість хлопчика вдвічі більша від швидкості дівчинки, наприклад, 2 м/с і 1 м/с. Отже, маємо відносну швидкість 0 м/с, яка задовольняє всім умовам нашої задачі. Чому ж ця відповідь залишилася поза колом нашого розв'язку? У чому полягала помилка? Річ у тому, що під час використання закону додавання швидкостей $\vec{v}_{\text{від}} = \vec{v}_{\text{абс}} - \vec{v}_{\text{пер}}$, ми зробили типову помилку – за переносну швидкість прийняли швидкість дівчинки. Це було б правильно, якби дівчинка не оберталася разом із атракціоном, а рухалась поступально. Систему відліку, пов'язану з тілом, можна уявити, як прозорий об'єм із уявними осями, які жорстко зв'язані з тілом і беруть участь у всіх його рухах. Коли тіло, наприклад, автомобіль, рухається поступально, всі точки об'єму рухаються поступально разом із автомобілем з однаковою швидкістю. Коли ж автомобіль повертає, прозорий об'єм повертає разом із ним, і віддалені від осі повороту точки

цього об'єму переміщуються з величезною швидкістю в той час, як точки, що співпадають з віссю, не переміщуються зовсім. За визначенням, переносною швидкістю є швидкість тієї точки системи відліку (прозорого об'єму), повз яку проходить тіло. У задачі з атракціоном, коли шукаємо швидкість хлопчика відносно дівчинки $\vec{v}_{\text{хл/дів}} = \vec{v}_{\text{хл}} - \vec{v}_{\text{пер}}$, переносною буде швидкість системи відліку “дівчинка” в точці, де знаходиться хлопчик. Система відліку “дівчинка” повертається разом із атракціоном, тобто швидкість системи в точці, де знаходиться хлопчик, буде дорівнювати абсолютній швидкості хлопчика, оскільки той відносно атракціону не рухається.

Отже, $\vec{v}_{\text{хл/дів}} = \vec{v}_{\text{хл}} - \vec{v}_{\text{хл}} = \vec{0} \text{ м/с}$. Аналогічно,

$\vec{v}_{\text{дів/хл}} = \vec{0} \text{ м/с}$. Звісно, ці відповіді дещо умовні, оскільки що хлопчик, що дівчинка навряд чи всидять на місці і не будуть крутити хоча б головами. У випадку людини систему відліку взагалі мабуть слід пов'язувати із зоровим апаратом, інформація якого обробляється мозком, завдяки чому в нашій уяві постають достатньо сталі картини навколишнього, а не мерехтіння мінливих образів.

Як уже зазначалося, відносні швидкості можуть відрізнятись не тільки за напрямком, а й за величиною. Типова ситуація, коли одне тіло обертається, а друге – ні. Визначмо, наприклад, відносні швидкості двох літаків у момент часу, зображений на рис. 9. Перший літак летить уздовж кола зі швидкістю 300 м/с, а другий з такою ж швидкістю пролітає повз нього на відстані двох радіусів.

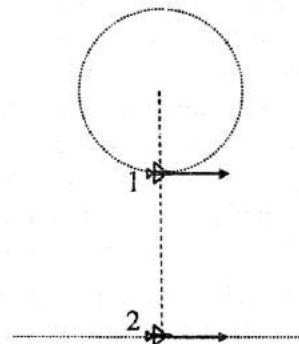


Рис. 9

Визначимо спочатку швидкість першого літака відносно другого:

$$\vec{v}_{1/2} = \vec{v}_1 - \vec{v}_{\text{пер}}$$

Оскільки другий літак рухається поступально, швидкість будь-якої точки його системи відліку дорівнює швидкості літака. Отже, $\vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}_2$ і

$\vec{v}_{1/2} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = \vec{0}$ м/с. Тепер визначмо швидкість другого літака відносно першого $\vec{v}_{1/2} = \vec{v}_2 - \vec{v}_{\text{пер}}$.

Переносна швидкість – це швидкість системи відліку першого літака, у точці знаходження другого. Оскільки перший літак рухається вздовж кола, його система відліку разом із ним обертається навколо центру кола з кутовою швидкістю $\omega = v/R$. Швидкість точок системи відліку (прозорого об'єму), що віддалені від центра на відстань $3R$, де зараз знаходиться другий літак, буде втричі більша $v_{\text{пер}} = \omega \cdot 3R = 3v$. За умови задачі напрямок переносної швидкості співпадатиме з напрямком руху літаків. Тоді

$$\vec{v}_{1/2} = \vec{v}_2 - \vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}_2 - 3\vec{v}_1.$$

Виходить, що відносно першого літака другий рухатиметься назад зі швидкістю 600 м/с і до того ж хвостом уперед. Як зрозуміти отриманий результат? Річ у тому, що відносна швидкість – не витвір чиєїсь фантазії, як може комусь напочатку здаватися, а швидкість, яку реєструють прилади. Якщо відеокамеру повертати, а тоді подивитися запис, можна побачити, що все повертається відносно неї. Припустимо, що пройшов невеликий проміжок часу, і літаки трохи змінили свої положення (рис. 10). Перпендикулярна до напрямку руху відеокамера другого літака реєструє, що напрямок на перший літак майже не змінився (короткий вертикальний пунктир) у той час, як аналогічна відеокамера першого літака реєструє (похилий пунктир) зміщення другого літака назад на відстань вдвічі більшу, ніж обидва літаки пролетіли відносно Землі. Ось вам і 600 м/с.

Висновок. Треба бути дуже уважними із визначенням переносної швидкості, коли якесь із тіл обертається.

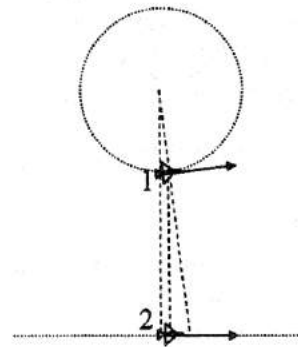


Рис. 10

3. Чи може вітрильник пливти проти вітру?

Здоровий глузд підказує, що ні. Справді, парус може лише змінити напрям вітру поблизу себе та послабити його. Щоб вітрильник поплив уперед проти вітру, треба відкидати повітря назад із більшою швидкістю. Але кораблі не птахи і вітрилами не махають. Яка ж тоді сила змусить їх рухатись проти вітру? Звідки візьметься енергія для цього? Відповідь начебто зрозуміла... Але ж добре відомо, що попри все вітрильники плавають проти вітру. Саме це свого часу зробило можливим великі географічні відкриття і підкорення американських континентів. Насправді рух відбувається не зовсім проти вітру, а під деяким гострим кутом до бажаного напрямку. Вітрильник рухається зигзагами, кажуть, галсами, і просувається вперед з невеликою швидкістю. Але ж він це робить і рухається проти вітру, не витрачаючи ні джоуля енергії! Чи не протирічить це закону збереження енергії?

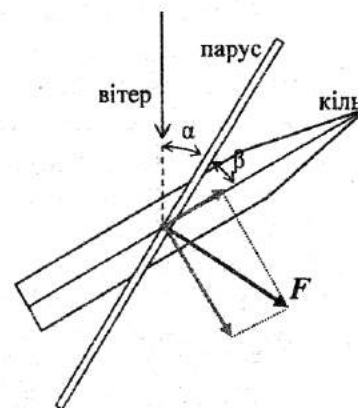


Рис. 11

Розгляньмо спрощену модель вітрильника. Щоб не виникало думки, що річ лише у формі паруса, який зверху нагадує профіль крила літака, вважатимемо, що парус плаский, а сила тиску вітру перпендикулярна до площини паруса. До того ж звернімо увагу на киль човна. У напрямку перпендикулярному до кіля рух човна майже неможливий внаслідок величезного опору води, вздовж кіля – будь ласка. Розташуємо човен і парус відносно вітру, як зображено на рис. 11. Сила тиску вітру F , крім швидкості вітру, залежить від площі паруса S і кута α .

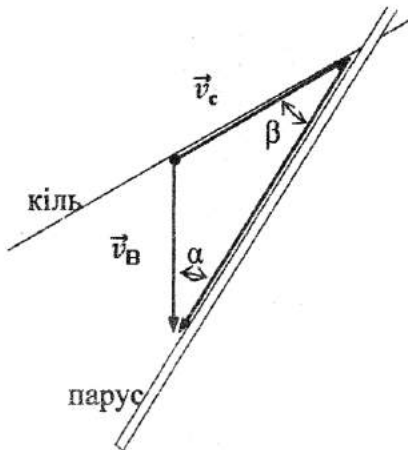


Рис. 12

Проекція цієї сили $F \sin \beta$ на напрямок кіля примушує човен рухатись уперед. Перпендикулярна проекція $F \cos \beta$ зустрічає значний опір води і до якогось помітного руху не призводить. За допомогою закону додавання швидкостей можна оцінити теоретичну межу швидкості човна, якщо відома швидкість вітру. Ідея полягає в тому, що в системі відліку “вітрильник” вітер змінює напрям, мов би притискуючись до площини паруса. Якщо швидкість човна зросте настільки, що напрямок вітру стане паралельним до площини паруса, тиск вітру на парус зникне, і подальше збільшення швидкості припиниться навіть для ідеалізованого випадку, коли будь-якими втратами можна знехтувати. Отже, в граничному випадку напрямок відносної швидкості має співпадати з напрямком парусу. На рис. 12 графічно зображений закон додавання швидкостей, де абсолютною є

швидкість вітру \vec{v}_B , відносно – швидкість вітру відносно човна $\vec{v}_{B/ч}$ і переносною – швидкість

човна $\vec{v}_ч$. Із теореми синусів $\frac{v_ч}{\sin \alpha} = \frac{v_B}{\sin \beta}$ знаходимо теоретичну межу для швидкості човна

$$v_ч = \frac{v_B \sin \alpha}{\sin \beta}.$$

Звісно, досягти цієї швидкості неможливо, оскільки завжди є опір води і повітря корпусу човна. Але цей опір можна звести до мінімуму, якщо пересісти з човна на буер – легкий “човен” на спеціальних ковзанах від парусом для ковзання по льоду. Світові рекорди руху на буері перевищують 200 км/год. Під час руху швидкість буєру може суттєво перевищити швидкість вітру. Напрямки руху вітру і буєру звісно не співпадають. Щодо законів збереження, вони безперечно виконуються. Вітер наче повертає і через парус передає імпульс не лише човна вздовж кіля, а й товщам води у перпендикулярному до кіля напрямку. Завдяки величезній масі зміна швидкості води є надто мізерною, щоб її помітити. Щодо енергії, яка потрібна для подолання сил опору, спрощено можна сказати, що вітер, відбиваючись від рухомого вітрила, втрачає швидкість. Кінетична енергія повітря зменшується, завдяки чому підтримується енергетичний баланс руху.

4. В астрономічній обсерваторії площину дзеркала утримують строго перпендикулярно до променя, який надходить із центру сонячного диска. Куди попаде відбитий від дзеркала сонячний промінь?

Відомо, що Земля рухається навколо Сонця зі швидкістю 30 км/с, що у 10000 разів менше від швидкості світла. До того ж подібно до зміни напрямку руху струменів дощу, сонячні промені також змінюють напрямок, якщо спостерігати за ними з різних систем відліку. Зміна напрямку променів, а з ними й видимого положення небесного тіла називається аберацією світла (див. статтю “Ефект Пойнтинга-Робертсона, або детективна історія з життя навколо зір”, журнал “Світ фізики”, 2006. № 3). Оскільки швидкість світла значно перевищує швидкість руху Землі, кут аберації буде дуже малим. У радіанах $\theta \approx \frac{v}{c} \approx 10^{-4}$.

Дійсне положення центру Сонця знаходиться не там, де ми його бачимо, а під кутом θ у напрямку, протилежному до руху Землі. Якщо тепер відправити зворотній промінь до видимого центра Сонця, за рахунок додавання швидкостей, промінь відхилиться в напрямку руху Землі ще на кут θ і потрапить у точку, яка буде віддалена від центра Сонця на відстань

$$l \cdot 2\theta \approx 150 \text{ млн} \cdot \text{км} \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 30 \text{ тис} \cdot \text{км},$$

що приблизно дорівнює двом з половиною діаметрам Землі. Є й інший, екзотичний, варіант розрахунку – з погляду прадавніх уявлень і геоцентричної системи відліку. Розгляньмо систему відліку “дзеркало”. За умовою задачі, дзеркало весь час “дивиться” на Сонце, як Місяць на Землю (для цього його треба постійно повертати). За один земний рік дзеркало облітає навколо Сонця, яке перетинає всі знаки зодіаку. Згідно геоцентричної системи Геракліда Понтійського зоряне небо нерухоме, Земля знаходиться в центрі та обертається навколо осі, а Сонце облітає Землю з періодом в земний рік. Тоді швидкість Сонця 30 км/с, і за час $t = 2l/c$ руху променя від центра Сонячного диску до Землі і назад, Сонце встигне зміститися на відстань $vt \approx 30 \text{ тис} \cdot \text{км}$.

5. Під час автомобільних перегонів на прямій ділянці дороги один автомобіль обганяє інший. З якою швидкістю змінюється відстань між автомобілями в момент обгону, якщо швидкості автомобілів у цей час дорівнюють v_1 і v_2 ?

Відповідь $|v_1 - v_2|$ неправильна. Правильна відповідь 0 м/с. Справді, до моменту обгону відстань зменшувалась, після обгону – збільшувалась. Отже, в момент обгону – не змінювалась. Це твердження можна було б піддати сумніву, якби автомобілі мов примари проходили один крізь інший. Тоді відстань спочатку зменшувалась би, а вже через мить збільшувалась би з тією ж сталою швидкістю $v = |v_1 - v_2|$. Насправді автомобілі під час обгону рухаються паралельними курсами, внаслідок чого відстань між ними зменшується зі змінною швидкістю, яка поступово прямує до нуля, а далі також поступово зрос-

тає. Справді, якщо t_0 – момент обгону, h – відстань між курсами автомобілів, тоді відстань між автомобілями за теоремою Піфагора

$$l = \sqrt{(v(t-t_0))^2 + h^2}$$

(рис. 13). Швидкість зміни цієї відстані – похідна від l за часом:

$$l'(t) = \frac{v^2(t-t_0)}{\sqrt{(v(t-t_0))^2 + h^2}},$$

яка обертається в нуль у момент $t = t_0$.

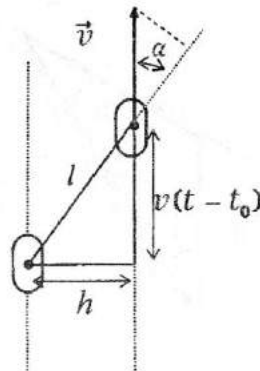


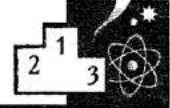
Рис. 13

Отже, відносна швидкість і швидкість зміни відстані – різні швидкості. Якщо розглядати рух першого тіла з точки зору другого, його відносну швидкість можна розкласти на дві перпендикулярні складові: вздовж прямої, яка з'єднує автомобілі, і перпендикулярно до неї. Повздовжня складова власне і є швидкістю зміни відстані. У нашому випадку вона дорівнює

$$v \cos \alpha = v \frac{v(t-t_0)}{l} = \frac{v^2(t-t_0)}{\sqrt{(v(t-t_0))^2 + h^2}}$$

(рис. 13). Перпендикулярна складова $v \sin \alpha$ відповідає за поворот відрізка, який з'єднує тіла. Якщо її поділити на відстань між тілами, отримаємо кутову швидкість повороту ω .

Закон додавання швидкостей має багато застосувань. У наступній статті розглянемо такі його наслідки, як кінематичні обмеження руху тіл, головні положення молекулярно-кінетичної теорії, питання приборкання сил тертя тощо.



ВИПУСКНИЙ ЕКЗАМЕН З ФІЗИКИ У США

В Україні 2008 року вперше провели незалежне тестування випускників шкіл із багатьох предметів, зокрема й з фізики. Пропонуємо нашому Читачеві задачі з фізики, які було запропоновано випускникам шкіл США. У такому пробному іспиті могли брати участь усі бажаючі. Результати іспиту враховували під час вступу до вищих навчальних закладів США.

(Продовження, початок читайте в журналі "Світ фізики", 2008. № 3, с. 37–45)

ІІІ ТУР

Частина І

(по 10 балів за розв'язок кожної з 4 задач, які Ви вибрали, усього – 40 балів)

1. Паралельний пучок світла, що входить в око людини, акомодованої на нескінченність, створює на сітківці дійсне перевернуте зображення предмета. Тоді фокусна відстань ока дорівнює 2,5 см. Щоб можна було читати книжку, тримаючи її на відстані 30 см від ока, фокусна відстань ока має змінитися так, щоб зображення книжки на сітківці було чітким.

- Знайдіть цю фокусну відстань;
- Збільшиться чи зменшиться радіус кривини очної лінзи?
- Людині потрібні окуляри лише для читання. Короткозора людина чи далекозора?
- Які лінзи потрібні для корекції зору людини у цьому випадку?
- Зобразіть відповідний хід променів.

2. Сонце рухається по коловій орбіті навколо центра нашої галактики. Орбітальна швидкість Сонця 220 км/с і радіус орбіти $R = 2,7 \cdot 10^{20}$ м.

- Вважаючи, що маса галактики розподілена сферично симетрично, оцініть масу, зосереджену в середині Сонячної орбіти. Відповідь подайте у сонячних масах ($2 \cdot 10^{30}$ кг).
- Якби Сонце знаходилося удвічі далі від центра галактики та оберталось з попередньою швидкістю, то яка маса була б усередині його орбіти з радіусом $2R$.

3. У результаті ядерної реакції, що відбувається на Сонці, 4 протони перетворюються на ядро атома гелію ${}^4\text{He}$. Тоді виділяється деяка енергія. Енергії спокою протона та ядра атома гелію дорівнюють відповідно 938 MeV і 3727 MeV.

- Яка енергія виділяється в результаті реакції?
- Сонячний світловий потік становить 4×10^{26} Вт. Скільки протонів за секунду при цьому перетворюються на ядра атомів гелію?

4. Електричне поле, пов'язане з пласкою електромагнетною хвилею, задається рівняннями:

$$E_x = 0, E_y = 0, E_z = 2 \cos\left(\frac{\pi}{3} \cdot 10^7 (x - ct)\right)$$

(всі величини подано в системі СІ).

- Знайдіть частоту коливань.
- Знайдіть довжину хвилі,
- Запишіть рівняння для індукції магнетного поля (B_x, B_y і B_z).
- Визначте середній потік енергії, що проходить перпендикулярно до площадки розміром 1 м^2 .

5. Електрони, що володіють імпульсом P , проходять крізь отвір діаметром d і потрапляють на екран, що знаходиться на відстані l від отвору.

- Яка довжина хвилі електронів?
- Зобразіть розподіл густини електронів на екрані як функцію відстані від центра в площині екрана.
- Одержіть співвідношення невизначеностей для розташування електрона усередині отвору та його імпульса в напрямі, паралельному до екрана.

Частина 2

(по 4 бали за кожну правильно вибрану відповідь, всього – 60 балів)

1. Струна завдовжки L , закріплена на кінцях, не може коливатися з довжиною хвилі:

- а) L ; б) $2L$; в) $L/2$;
г) $(2/3)L$; д) $4L$.

2. Хвиля в струні поширюється зі швидкістю $4,4$ м/с, довжина хвилі 2 м. Хвиля перетинає межу і поширюється в іншій струні, частота і довжина хвилі залишаються попередніми. Швидкість хвилі в другій струні дорівнює:

- а) $1,46$ м/с; б) $2,2$ м/с; в) $2,9$ м/с;
г) $4,4$ м/с; д) $6,6$ м/с.

3. Органна труба x , відкрита з двох боків, удвічі довша від органної труби y , яка з одного кінця закрита. Відношення основних частот коливань повітря в трубах x і y дорівнює:

- а) $1:1$; б) $1:2$; в) $2:1$;
г) $1:4$; д) $4:1$.

4. Визначте, яке поєднання l і m_l не дозволено для атома водню в стані з $n = 2$:

- а) $0, 0$; б) $1, 0$; в) $1, -1$;
г) $1, +1$; д) $2, 2$.

5. У ґратці кремнію треба замінити атоми кремнію атомами іншого елемента так, щоб одержати домішковий напівпровідник n -типу. Кількість валентних електронів домішки має бути:

- а) 0 ; б) 1 ; в) 3 ;
г) 4 ; д) 5 .

6. Радіоактивний ізотоп вуглецю ^{14}C має період піврозпаду 5730 років. Вуглецевий аналіз викопного птаха вказує, що 75% початкового вуглецю в його кістках вже розпалося, з моменту смерті птаха пройшло:

- а) 1433 ; б) 2865 ; в) 5730 ;
г) 11460 ; д) 22920 років.

7. Максимум теплового випромінювання за температури 3 К припадає на довжину хвилі, що дорівнює:

- а) 1 м; б) 1 см; в) 1 мм;
г) 1 мкм; д) 1 нм.

8. Якщо подвоїти ширину одинарної щілини, то інтенсивність і розмір центрального максимуму зміняться так:

- а) інтенсивність подвоєється, ширина максимуму не зміниться;
б) інтенсивність подвоїється, ширина максимуму зменшиться удвічі;
в) інтенсивність збільшиться в 4 рази, ширина зменшиться вдвічі;
г) інтенсивність збільшиться в 4 рази, ширина збільшиться вдвічі;
д) інтенсивність не зміниться, ширина зменшиться вдвічі.

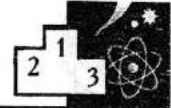
9. Порожній прозорий контейнер у формі тонкої лінзи може бути заповнений повітрям ($n = 1$), водою ($n = 1,3$) або дисульфідом вуглецю ($n = 1,6$).



Якщо знехтувати товщиною стінок контейнера, то він може відхилити паралельний пучок світла за умови, що:

- а) він заповнений повітрям і занурений в повітря;
б) він заповнений повітрям і занурений у воду;
в) він заповнений водою і занурений у дисульфід вуглецю;
г) він заповнений дисульфідом вуглецю і занурений у воду;
д) він заповнений дисульфідом вуглецю і занурений у дисульфід вуглецю.

10. Космічний мезон має період піврозпаду 2 мкс у стані спокою. Якщо він наближається до Землі зі швидкістю $0,8$ швидкості світла, його період



піврозпаду, як було виміряно спостерігачем із Землі, дорівнює:

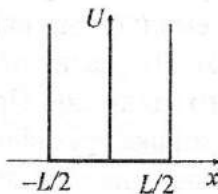
- а) 0,2 мкс; б) 0,87 мкс; в) 2 мкс;
г) 4,6 мкс; д) 20 мкс.

11. Під час релятивістського руху повна енергія частинки дорівнює подвоєній енергії спокою. Імпульс такої частинки дорівнює:

- а) mc ; б) $1/2mc$; в) $\sqrt{2}mc$;
г) $(1/\sqrt{3})mc$; д) $\sqrt{3}mc$.

12. Величини імпульсів в основному стані і в першому збудженому стані частинки, яка рухається в потенційній ямі, дорівнюють:

- а) h/L і $2h/L$; б) $h/2L$ і $2h/3L$;
в) $h/2L$ і h/L ; г) $2h/L$ і $4h/L$;
д) $2h/L$ і $3h/L$.



13. Частинка масою m рухається в потенційній ямі завдовжки L , як у попередній задачі. Вірогідність перебування частинки від $x = 0$ до $x = L/2$ у першому збудженому стані, порівняно з вірогідністю її перебування в тому ж інтервалі основному стані:

- а) менша; б) така ж; в) більша.

14. Первинними кварками, які створюють протон, є:

- а) udd ; б) uds ; в) uus ;
г) uud ; д) usu .

15. Електромагнетне поле можна розглядати як результат симетрії рівнянь фізики при таких перетвореннях хвильової функції:

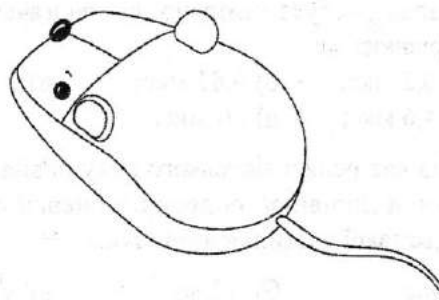
- а) переміщення;
б) обертання;
в) відбивання;
г) фаза;
д) вертикаль.

АСТРОНОМИ ДОСЛІДИЛИ НАДНОВУ, ЯКУ БУЛО ВІДКРИТО 1572 РОКУ

Німецькі астрономи з Інституту Макса Планка за допомогою телескопів на Гавайських островах (Mauna Kea, Hawaii) і в Іспанії (Calar Alto observatory) дослідили залишки наднової, яку було відкрито ще 1572 року. Її спостерігав великий датський астроном Тіхо Браге. Зоря була настільки яскравою, що її було видно навіть удень. Нині залишки зорі є хмарою міжзоряного газу і пилу понад 20 світлових років у діаметрі. Астрономи зуміли зареєструвати дуже слабе залишкове випромінювання, яке виникає завдяки віддзеркаленню світла зорі від міжзоряного газу. Дослідники вважають, що метод, який вони використали, дасть змогу знайти й інші давно згаслі найновіші та докладно вивчити їхню еволюцію.

Тіхо Браге назвав відкриту ним зорю Stella Nova і довів, що вона знаходиться набагато далі, ніж спостережувані планети. Це було першим наглядним спростуванням теорії Аристотеля, яка стверджувала, що зоряна сфера незмінна.

Комп'ютерній миші – 40 років



Від часу створення першої комп'ютерної миші, яку винайшов американський учений Дуглас Енгелбарт, пройшло 40 років. На святкування ювілею знаменної події в Каліфорнії 9 грудня 2008 року зібралися багато дослідників, які брали участь свого часу в створенні комп'ютерній миші.

Комп'ютерна миша спочатку була маленькою дерев'яною скринькою зі смужками, червоною кнопкою і коліщатами, які використовували для пересування курсора. Кульки тоді ще не було. Прототип мишки – комп'ютерний маніпулятор – придумав винахідник-комп'ютерник із Стенфордського дослідницького інституту Дуглас Енгельбарт (Douglas Engelbart) 1963 року. А за п'ять років, в 9 грудні 1968 року Енгельбарт уперше продемонстрував свій винахід на комп'ютерній науково-технічній конференції в Сан-Франциско. На учасників конференції мишка справила велике враження, але ринок залишився до цього байдужим. Прошли роки, перш ніж мишка завоювала весь світ. Сьогоднішня комп'ютерна мишка дуже відрізняється від тієї, першої, яку, за проєктом Дугласа Енгельбарта виготовив головний інженер дослідницького центра Енгельбарта при Стенфордському дослідницькому інституті Біл Інгліш. Мишку довго ігнорували виробники комп'ютерної техніки. Компанія Хегох запустила її в серійне виробництво лише на початку 1980-х років. Але коштувала тоді мишка аж 400 доларів! Тільки за 14 років після її винаходу, 1983 року керівник компанії Apple Стів Джобс (Steve Jobs) визнав потенціал мишки, придбав патент на виробництво, ввів у неї кульку, і мишка стала складовою частиною комп'ютера Apple – Macintosh. Але всесвітню славу миша знайшла лише тоді, коли Microsoft додав її до своєї операційної системи Windows. Відтоді багато що в мишці змінилося: розширилися її функції, збільшилася кількість кнопок, з'явилися лазерні мишки, оптичні, бездротові. Але принцип роботи миші залишився колишнім. Одна з головних переваг винаходу Енгельбарта – простота в користуванні мишкою – залишилася.

Своє ім'я комп'ютерна миша одержала завдяки дротові, який спускався від дерев'яної скриньки і нагадував хвіст справжньої миші. Масове визнання цей пристрій одержав у середині восьмидесятих років, коли компанія Хегох запустила масове виробництво миші.

Застаріла механічна технологія, в якій були спеціальні ролики, які поверталися під час руху по столі, торкалися металевих щіток-струмознімачів. Це все швидко зносилося. Тоді з'явилися оптико-механічні миші, де детектори стояли оптичні на основі фотоелементів. Далі – оптичні миші, де стоїть камера, яка знімає завжди поверхню і порівнює зображення, які виходять. Нарешті, найсучасніші – це лазерні мишки, в яких використовується лазерне монохроматичне випромінювання. Тому вони можуть працювати на будь-якій поверхні, наприклад, на склі чи полірованій поверхні. Вже нині є певні елементи на мишках, які дають змогу доповнити двовимірну навігацію. Наприклад, є всілякі коліщата, які дають змогу прокручувати документ у вікні. Адже це, по суті, третій вимір порівняно з рухами вправо-вліво.



НАЙБІЛЬШІ НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ 2008 РОКУ

Запуск Великого адронного колайдера.

Головною подією 2008 року є те, що колайдер запустили, пучок протонів пройшов повне коло. Далі колайдер вимушено зупинили на ремонт, через аварію системи охолодження надпровідних магнетів. Наступний запуск колайдера планують весною 2009 року. Ймовірно, навіть до осені колайдер не працюватиме на повну потужність. Потужність потроху збільшуватимуть, доки вона не дійде до планової. Це планують уже на 2010 рік, тоді ж планують розпочати експерименти: пошук бозонів Гітса, перевірку Стандартної моделі елементарних частинок.

Теоретичне обчислення маси протона.

Німецькі фізики провели експеримент, який пов'язаний з перевіркою Стандартної моделі елементарних частинок. Учені спробували розв'язати рівняння квантової хромодинамики, щоб теоретично знайти масу протона. Було побудовано обчислювальну модель – фактично використали матрицю, яка містила порядку десятки трильйонів чисел – учені спробували розв'язати рівняння, щоб порівняти результат, який дає Стандартна модель, з експериментальними даними про масу протона. Це мало підтвердити правильність теоретичних побудов. Це не перша спроба такого гігантського обчислення. Раніше сітка, на якій розраховували ці рівняння, була набагато розрідженішою. Якщо відхилення від експериментальних даних раніше були 10 %, то тепер вони становили 2 %. Але далі значно поліпшити цей результат буде важко, хоча і цей результат є вагомий.

За сучасними фізичними теоріями протон складається з трьох кварків. Завдання науковців полягало в тому, щоб розрахувати властивості протона за відомими властивостями трьох кварків. Але ці три кварки усередині протона настільки складно взаємодіють між собою, що знадобилися ось ці складні розрахунки. Завдання полягало в тому, щоб перевірити шляхом чисельного розрахунку чи вийде з трьох кварків такий протон, який ми спостерігаємо. З'ясувалося, що ніби виходить.

Космічна гамма-обсерваторія GLAST

Найважливішою подією був запуск космічної обсерваторії GLAST, яку після запуску було перейменовано в обсерваторію імені Фермі. По значимості цю подію можна співставити з запусками відомих телескопів на орбіту телескопів Hubble і Chandra. Цього разу учені використали нову ділянку електромагнетного спектру, в якій багато років ніхто не спостерігав. Оскільки м'який гамма-діапазон спостерігається телескопом Chandra, а жорсткий гамма-діапазон уже не спостерігався багато років, відтоді, як 1991 року припинила роботу космічна обсерваторія імені Комптона. Понад 15 років науковці нічого не спостерігали в діапазоні жорсткого гамма-випромінювання. А саме в ньому відбувається низка цікавих подій, зокрема гамма-спалахи. Нині обсерваторія імені Фермі розпочала роботу. Вона складається з двох інструментів. Один дає змогу з дуже високою точністю визначати положення джерел на небі, а інший – здійснює широкомасштабний моніторинг – він стежить за гамма-спалахами. Від цієї обсерваторії учені очікують нових важливих результатів.

Одержання зображення планет навколо інших зір.

Планет біля інших зір відкрито уже декілька сотень. Їх відкрили опосередковано завдяки змінам у спектрах зір, які пов'язані із тим, що вони обертаються навколо загального центру мас. Так виявляють планети за межами Сонячної системи, але їх ще ніхто не бачив. Нині астрономам вдається виявити



свічення самої планети поблизу зорі. Це означає, що ми можемо далі із розвитком техніки починати вимірювання конкретних властивостей вже планети окремо від зорі. Досі про ці планети було мало що відомо, крім того, що у них є орбіти певного розміру та обчислити їхню масу. А нині, якщо учені зможуть одержувати зображення окремої планети, можна буде вивчати спектри планет, оцінювати з чого складатиметься їхня атмосфера.

Зонд “Фенікс”

Вижливі дослідження цього року на Марсі було проведено за допомогою апарата “Фенікса”. Він, здійснивши у травні 2008 року м’яку посадку на Марс, провів хемічний аналіз марсіанського ґрунту. Попередні результати досліджень вказують, що на Марсі було знайдено лід. Але прямих доказів, що лід знайдено, ще нема. Зонд прокопав декілька канавок навколо себе глибиною до десятка сантиметрів. У них було знайдено щось біле і блискуче. По фотографіях встановили, що це “щось” скорочується. На підставі цього було зроблено висновок, що під зовсім невеликим шаром грудкуватого пилу, який лежить на Марсі, є лід. До того ж “Фенікс” сфотографував на Марсі снігопад. Цей снігопад йшов достатньо високо, тобто сніг на Марс не падав, він випаровувався на досить великій висоті. Ці факти вказують, що на Марсі є лід, а, отже, там є вода. “Фенікс” успішно відпрацював свій ресурс, нині він вже не реагує на команди із Землі. Зонд працював близько до марсіанського полюса, а там мало сонячного світла, він, схоже, більше не відгукнеться ніколи, та проте, він зробив дуже велику справу.

ЄВРОПЕЙСЬКОМУ ФІЗИЧНОМУ ТОВАРИСТВУ (EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY) – 40 РОКІВ

Європейське фізичне товариство – це об’єднання наукових установ і окремих осіб, що організовано для координації фізичних досліджень, обміну науковою інформацією в галузі фізики і розвитку викладання фізики в Європі.

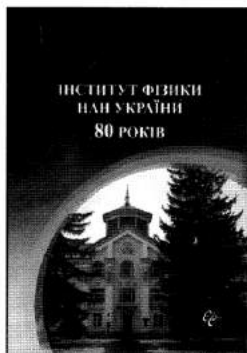
Європейське фізичне товариство заснували 26 вересня 1968 року в Женеві. За статутом членами Товариства можуть бути окремі особи, товариства, групи і лабораторії Європи, а також інших країн світу, якщо вони зробили внесок у розвиток фізики в Європі (науковою діяльністю, фінансовими внесками тощо). Сьогодні до Європейського фізичного товариства входить 100 тисяч членів із 40 країн Європи, 2500 індивідуальних членів.

Вищим керівним органом товариства є Генеральна асамблея, яку скликають не рідше ніж раз у три роки. У період між засіданнями Генеральної асамблеї роботою Товариства керує його Рада, яку скликають раз на рік. Виконання рішень, які прийнято Генеральною асамблеєю і Радою, здійснює Виконавчий комітет, що налічує 11 членів. Для розв’язання поточних адміністративних і фінансових питань створено Секретаріат Товариства (у Женеві) і філіал Секретаріату (у Празі). Основну наукову діяльність Європейського фізичного товариства із різних галузей фізики здійснюють дев’ять секцій. Для повнішого охоплення усіх фізичних аспектів створено декілька консультативних комітетів.

Фінансування Європейського фізичного товариства здійснюється із членських внесків кожного члена Товариства, а також благодійних внесків приватних осіб і організацій. Товариство організовує більшість європейських наукових конференцій, симпозіумів і шкіл. Від 1970 року Товариство видає інформаційний бюлетень “Europhysics News”.

Європейське фізичне товариство надає премії та інші нагороди за видатні наукові праці, організовує і фінансує конференції, надає гранти на участь у конференціях ученим із країни, що розвиваються, надає стипендії студентам, фінансує Europhysnet, а також надає фінансову підтримку для розвитку науки в країнах, що розвиваються.

Інститут фізики НАН України. 80 років /За редакцією Л. П. Яценка. – Львів: Євросвіт, 2009. – 536 с.: іл.



Видання висвітлює вісімдесятирічну діяльність Інституту фізики Національної академії наук України. В Інституті працювали відомі українські вчені, якими зроблено п'ять офіційно зареєстрованих відкриттів, створено наукові школи з оптики і спектроскопії неметалічних кристалів, нелінійної оптики та лазерної фізики, фізичної електроніки, теорії твердого тіла. На основі відділів Інституту фізики у різні часи було утворено п'ять нових академічних інститутів.

Книжку створено на підставі документів, зокрема маловідомих, матеріали про історію і наукову діяльність однієї із найстаріших академічних установ фізичного профілю – Інституту фізики Національної академії наук України, на свідченнях безпосередніх очевидців та учасників подій.

Науковці, студенти, школярі, історики науки, допитливі та небайдужі наші співвітчизники – усі, хто хоче більше дізнатися про повсякденну роботу і творчий пошук, про відкриття і знахідки українських фізиків, знайдуть для себе на сторінках книжки чимало нового і корисного.

Зачек І. Р., Ільчук Г. А. Фізика і будівництво. Посібник. – Львів: Афіша, 2009. – 330 с.: іл.

Посібник написано відповідно до програми з фізики для студентів вищих навчальних закладів будівельного профілю. У ньому викладено фізичні основи механіки, молекулярної фізики і термодинаміки, електростатики, постійного струму, електромагнетизму, хвильової оптики, квантової природи випромінювання, фізики атомів і молекул, елементи фізики твердого тіла, фізики атомного ядра.

Фізика, як навчальний предмет у вищому навчальному технічному закладі, належить до числа фундаментальних наук, на яких ґрунтується теоретична підготовка інженерів. Вона формує його світогляд та виконує роль бази, без якої неможлива успішна діяльність інженера у будь-якій ділянці сучасного виробництва. У переважній більшості тем курсу подано приклади використання фізики у будівництві.

Виклад матеріалу супроводжується історичними довідками, в яких зроблено акцент на доробок українських фізиків у скарбницю фізичних знань.

Для студентів вищих навчальних закладів будівельного профілю та усіх тих, хто цікавиться фізикою.



ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!

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



М. О. Приймаченко (1909–1997)
Кінь стоїть сумує. 1962

Приймаченко Марія Овксентіївна – майстриня народного декоративного розпису, заслужений діяч мистецтв УРСР, лауреат Національної премії України ім. Т. Г. Шевченка. Народилася в селі Болотня поблизу Києва в сім'ї теслі Овксентія Григоровича, який прославився вмінням вершити дворову огорожу у вигляді давньослов'янських стилізованих „головатих” зображень. Мати художниці була майстринею народного вишивання. Від неї Марія ще малою дівчинкою полюбила красу рисунка і кольору. Спершу вона оволоділа майстерністю вишивання, а згодом, зайнявшись традиційним народним настінним розписом, вона виконала на аркушах паперу чи картону твори, в яких поєднала стилізовані рослинні мотиви із зображенням птахів, тварин та людей серед пейзажу. Художниця створювала оригінальні квіткові і передусім сюжетні композиції завдяки багатому українському, зокрема подільському, фольклору. Її твори, сповнені безпосередньої щирості і невичерпної поетичної фантазії, привертють увагу своєрідністю бачення світу, глибиною філософської думки, любов'ю до життя, людей і рідної землі. Деколи вони не позбавлені гумору. Формуванню творчої індивідуальності Марії Приймаченко допомогли навчання і праця в експериментальні майстерні при Київському музеї українського мистецтва.

На Першій Всеукраїнській виставці народного мистецтва (1936) її нагороджено дипломом першого ступеня, а згодом (1960), нагороджено орденом „Знак Пошани”. Марія Приймаченко – учасник виставок у Москві, Парижі, Празі, Варшаві, Флоренції та інших містах світу.

2009 рік в Україні оголошено роком Марії Приймаченко.