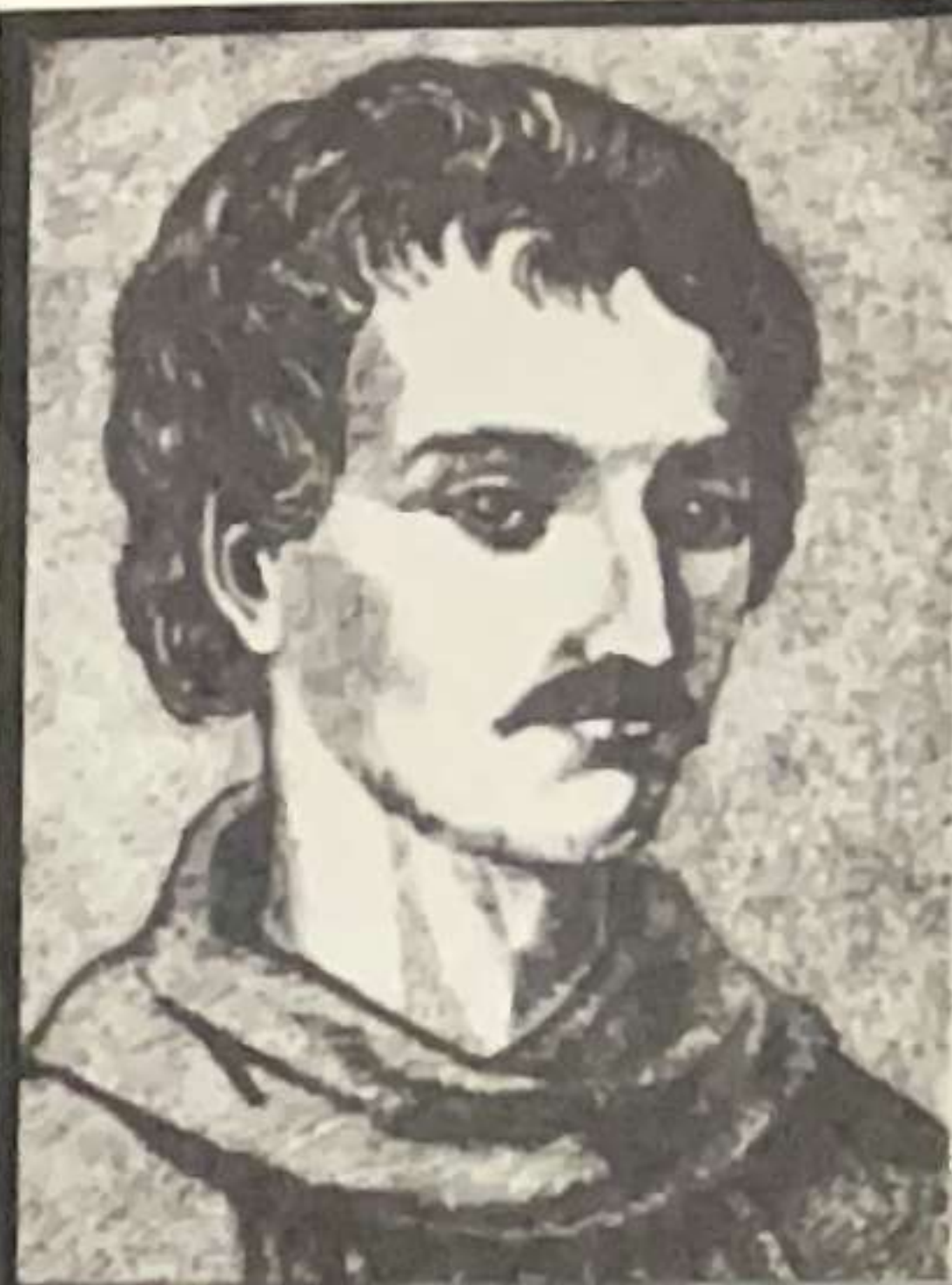
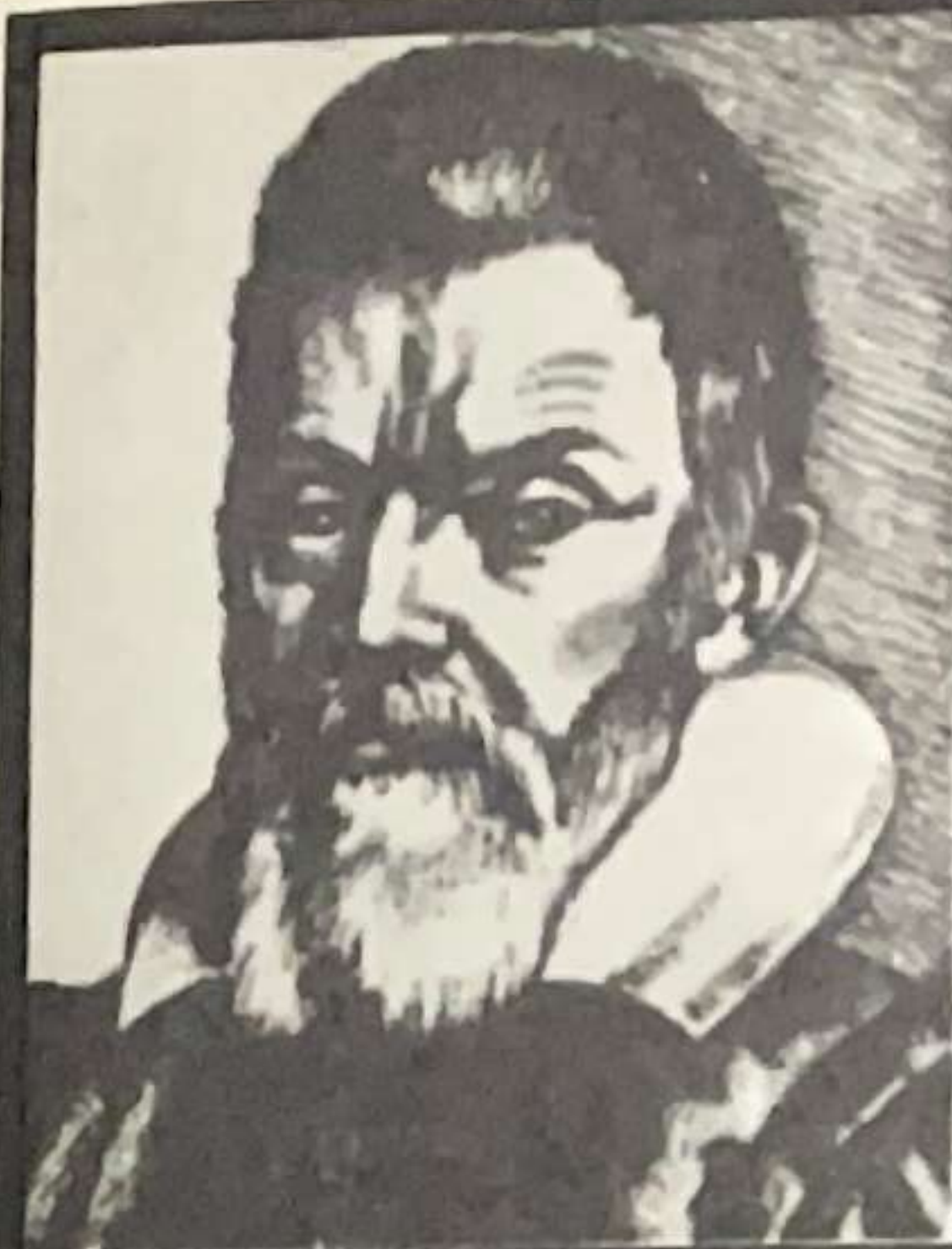




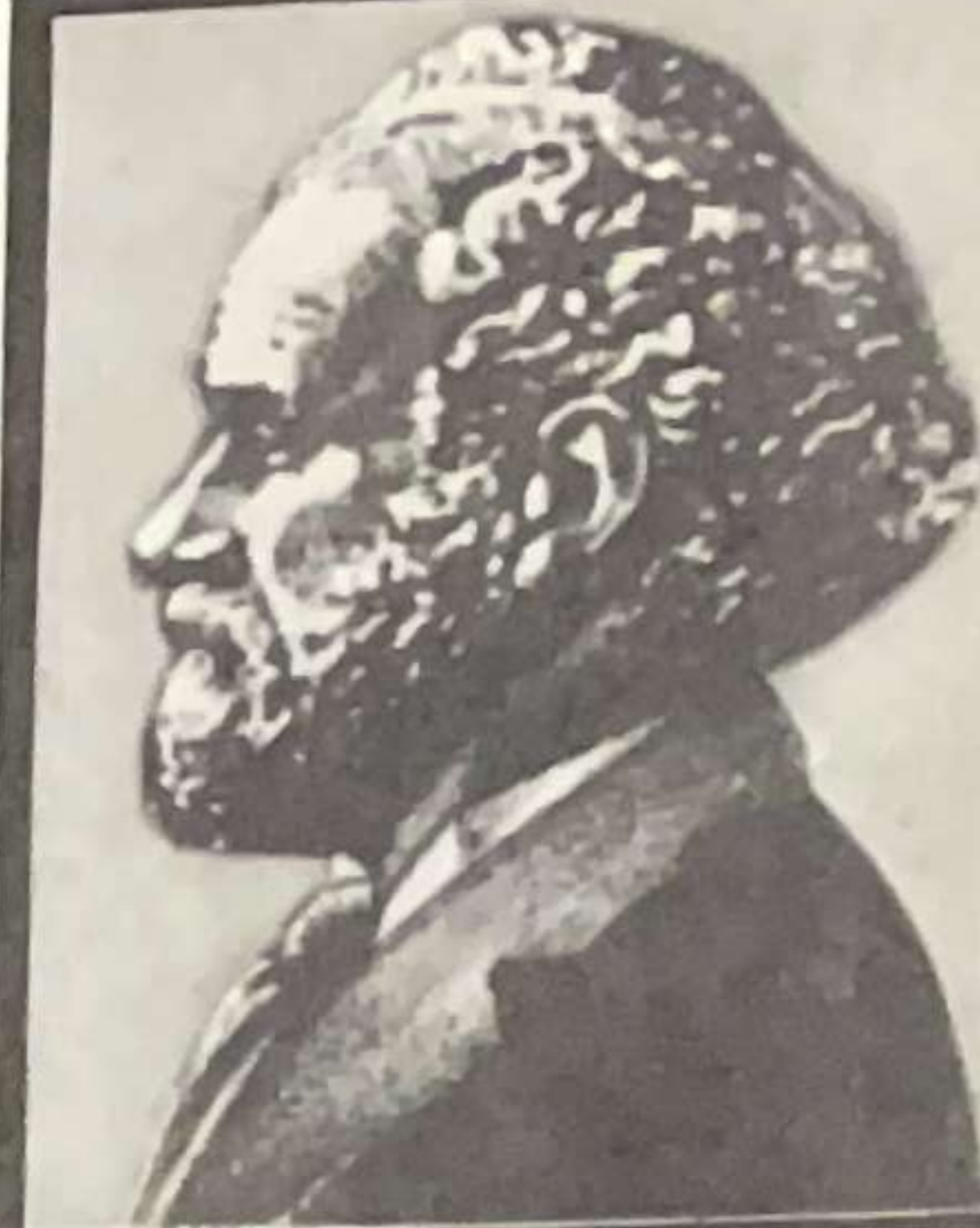
АНАКСАГОР



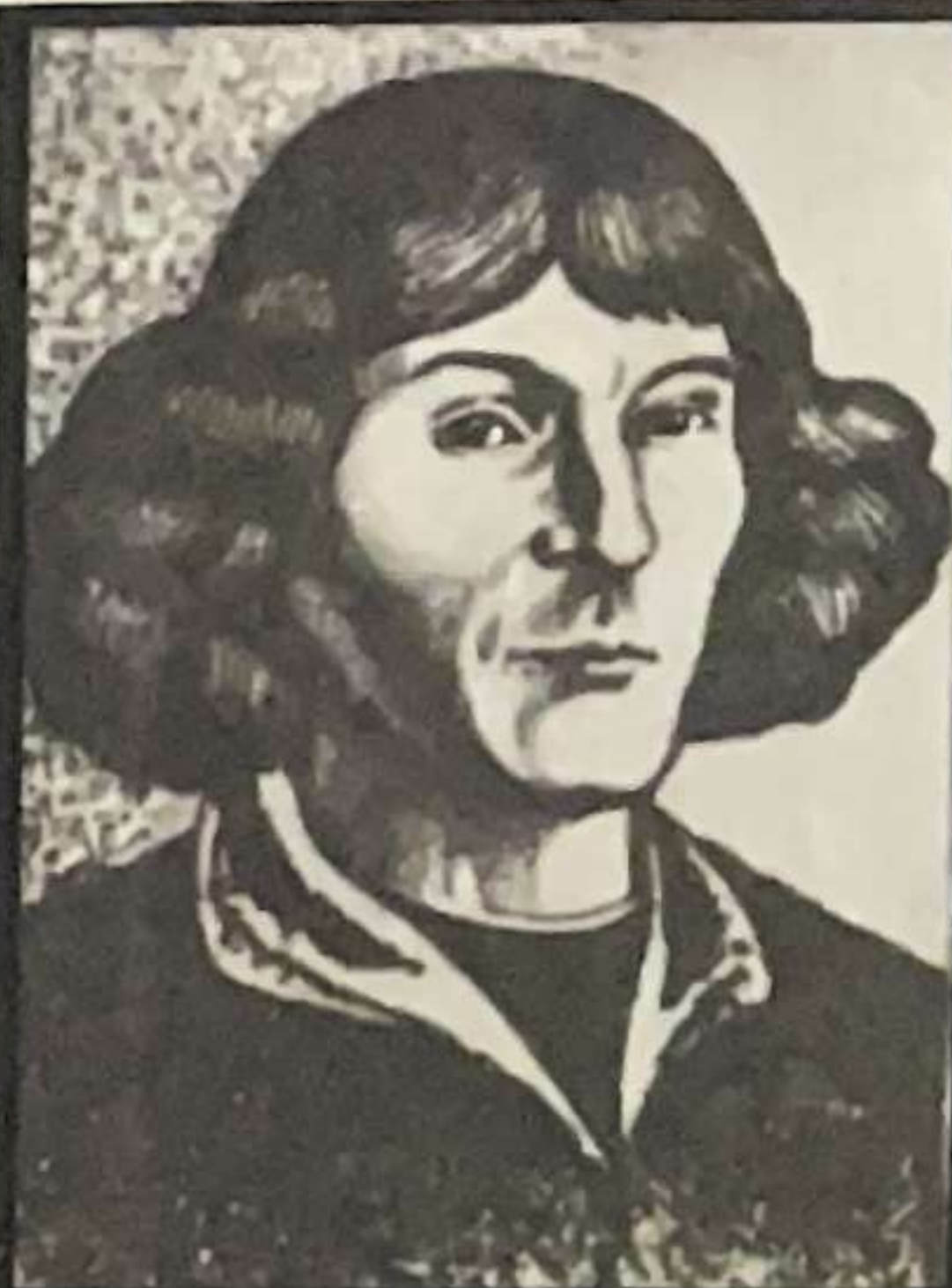
ДЖОРДАНО  
БРУНО



ГАЛІЛЕО  
ГАЛІЛЕЙ



П'ЕР ЖАНСЕН

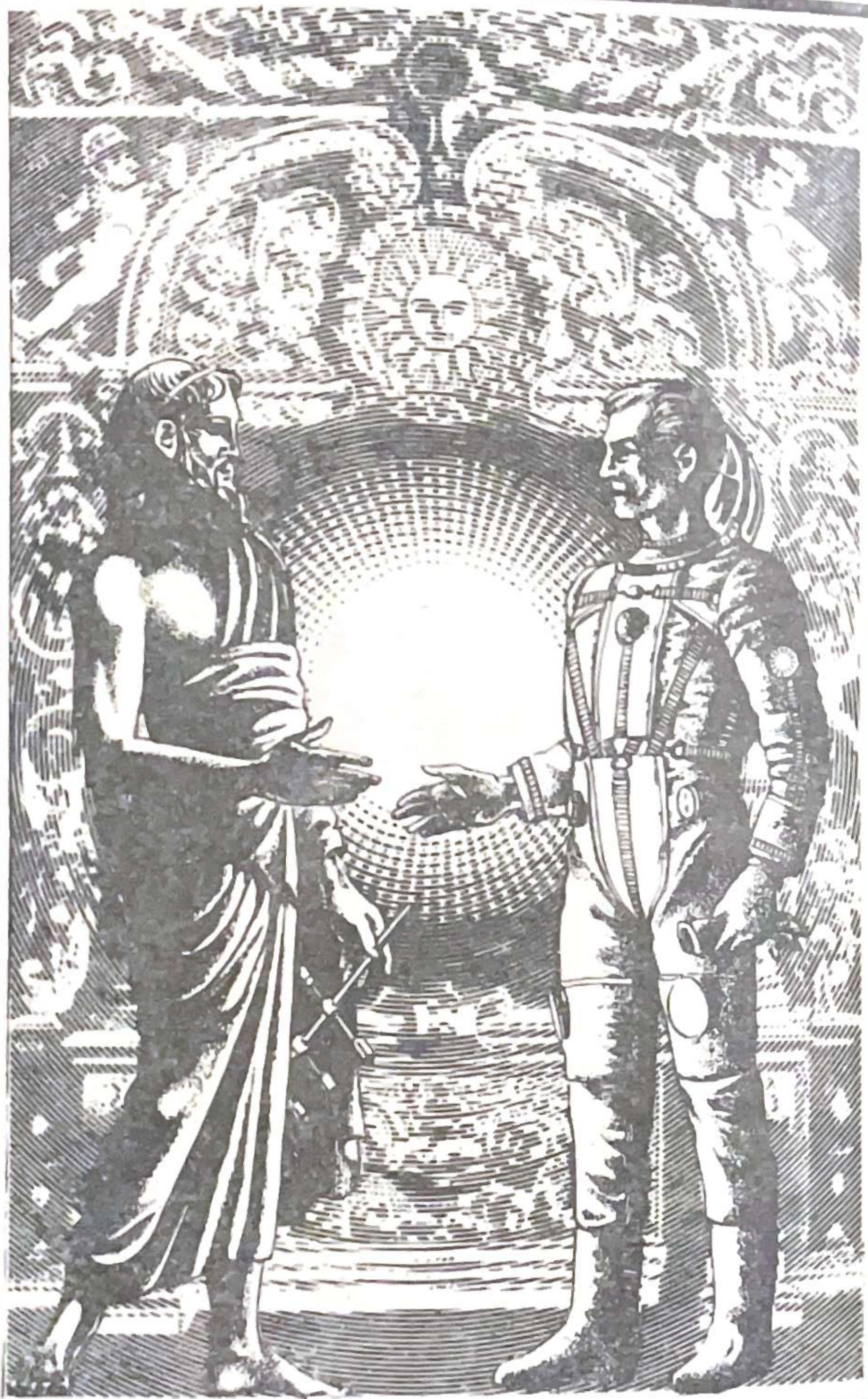


МІКОЛАЙ  
КОПЕРНИК



ДЖОЗЕФ ЛОК'ЕР





Роберт Короткий

# ЗАГАДКИ ДЕННОЇ ЗІРКИ

Науково-художня книжка

Для середнього  
та старшого шкільного віку



Художник  
ДМИТРО ЗАРУБА

КИЇВ „ВЕСЕЛКА“ 1986



Солнце... Самая близкая нам дневная звезда, дарующая свет, тепло, жизнь. Сколько помнит себя человек, взгляд его был обращен к этому «великолепному державному светилу». Когда-то люди поклонялись ему, слагали о нем мифы и легенды. Теперь, направив на него телескопы с Земли или подняв их ввысь на борту космических кораблей и спутников, тщательно изучают, постепенно разгадывая его тайны.

О том, как мы исследуем процессы, протекающие на Солнце, каковы механизмы взаимодействия с ними человеческого организма, как овладеть могуществом дневного светила и использовать его энергию на Земле, — рассказывается в этой книге.

Рецензент  
доктор фізико-математичних наук  
ЕРНЕСТ ГУРТОВЕНКО

К 4802020000—075  
М206(04)—86 25.86.

© Видавництво «Веселка», 1986

Пам'яті батька — інженера-енергетика, парторга стрілецького батальйону, що загинув у бою 18 квітня 1945 року

## ЗОРЯНІ ВІСНИКИ

Бухнуло раз, другий, третій... Це прогрімало далеко в горах. Обважнілі від вологи хмари не змогли перевалити через піки і, зачепившись за них, наче продірявлені бурдюки, віддали всю воду гірським озерам.

А в передгір'ї ось уже який тиждень не випадало ні краплі дощу, і земля, розпечена сонцем, була не в силі врятувати свого зеленого убору. Ще на початку квітня поникли і пожухли трави, осипалися й почорніли маки. Над долиною зависла зморна задуха.

У слабкій тіні, яку давала напіврозвалена вежа, розташувалися на полудневий спочинок сліпий дідусь і хлопчик-поводир.

— Ата, ата, навіщо ми прийшли сюди? Тут нема нічого живого. Тільки ящірки, змії і скорпіони, та й ті поховалися від сонця в темні щілини поміж камінням. Тут ніхто не поділиться з нами коржилом, не наллє води із запітнілого глечика.

— Ти — мої очі, синку. Поглянь уважно на ці руїни. У ті часи, коли я ще міг відрізнити день від ночі і визначав сплість дині за її кольором, на цьому місці жили не тільки самі ящірки, змії та скорпіони. Я підіймався на цю вежу вночі, щоб спостерігати зорі, і вдень, щоб стежити за Сонцем.

Я осмілюся сказати, що Сонце — не бог, а лише денна зірка, і тоді в мечеті прокляли ім'я, яке дали мені від народження, і я зазнав тяжкої кари. За велінням хана мене примусили в полудень дивитися на сонце, і очі мої відтоді ніколи більше не побачили моєї тіні...

Скільки їх — і тих, хто залишив свій слід у науці про зорі, і тих, чиїх імен ніколи не визнають історики астрономії? Вони були засуджені фанатиками тільки за те, що взяли під сумнів божественність Сонця.

Уперше спробував уявити Сонце не вогнедишним драконом і не богом Аполлоном Анаксагор (бл. 500—428 рр. до н. е.). Ще два з половиною тисячоліття тому він стверд-



жував, що Сонце просто розпечена кам'яна брила величиною більша за Пелопоннес.

Анаксагор, син Гегесібула із Клазомен, був, як тепер кажуть, людиною незвичайною й оригінальною. Він вивчав математику і філософію, механіку й астрономію.

Коли його спитали, для чого він народився на світ, Анаксагор відповів: «Щоб спостерігати за Сонцем, Місяцем і небом».

За твердження, що Сонце не бог, астронома засудили до страти і кинули у в'язницю. Врятував Анаксагора його учень, і справа обмежилася вигнанням. Анаксагорові довелося назавжди залишити Афіни. Щоправда, до самого факту вигнання він поставився з філософським спокоєм, показавши себе вищим і мудрішим за своїх безталанних співгромадян.

Анаксагорові сказали: «Ти позбувся товариства афінян». Він відповів: «Ні, це вони позбулися мого товариства».

Філософові й астрономові Анаксагору ще поталанило.

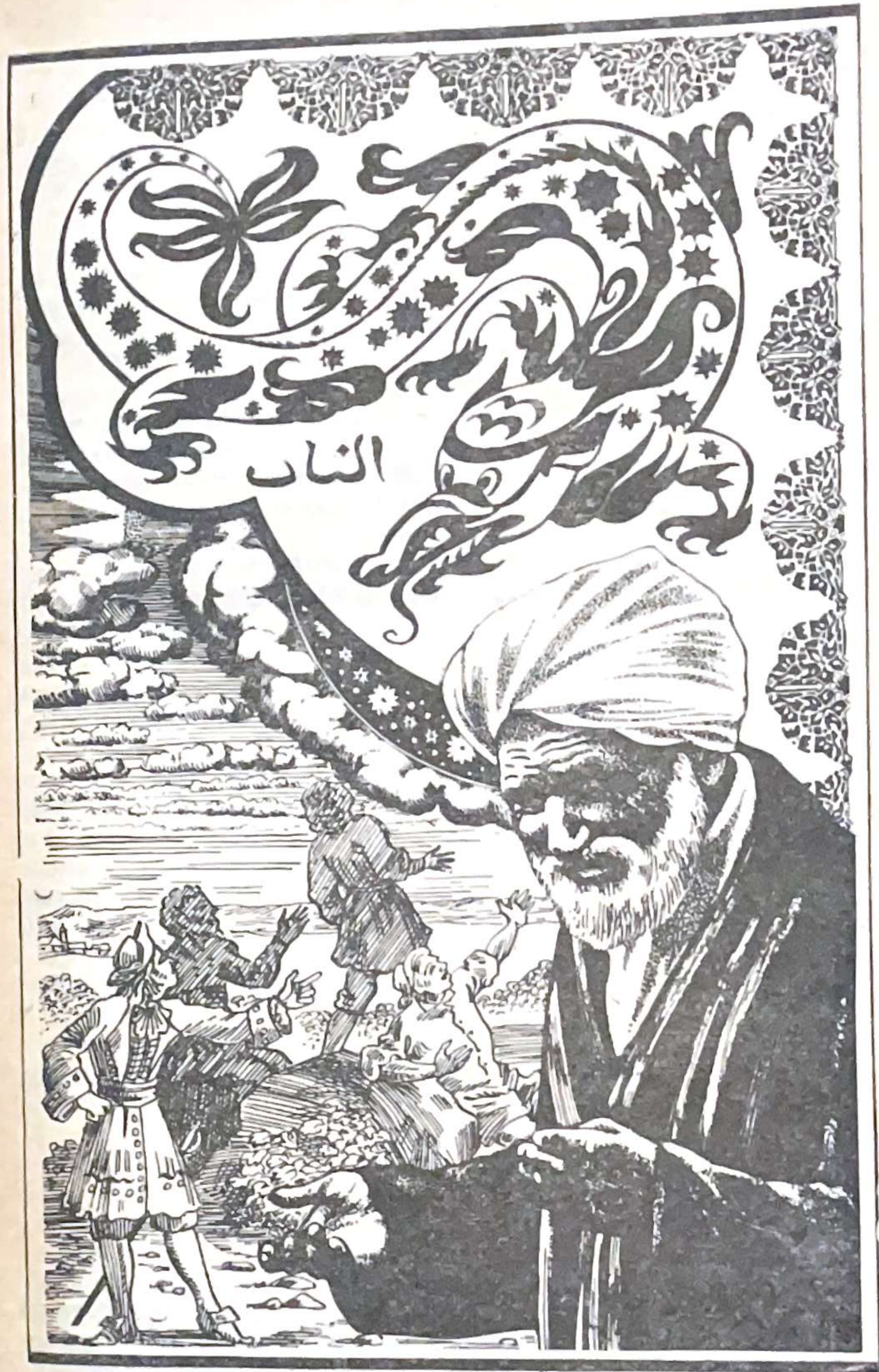
У XVI столітті за слова про те, що у Всесвіті є безмежна кількість зірок, подібних до нашого Сонця, а також за інші «еретичні» думки про Землю й небо на Площі Квітів у Римі було живцем привселюдно спалено Джордано Бруно.

Астрономія — одна з найдавніших наук, і вся її історія сповнена драматичної боротьби з релігією та реакцією. Біля витоків сучасної астрономії стояли великі вчені Коперник і Бруно, Кеплер і Галілей, Ньютон і Ломоносов і багато інших.

Про вчених не пишуть пригодницьких романів. Однак життя і пригоди Джордано (Філіппо) Бруно з його шаленством, гідним подиву виявом людських страждань і вірою в науку, його злетом і безсиллям, пристрастю і непримиренністю могли б послужити основою для десятка романів.

Дивна і незвичайна доля Бруно. Він народився 1548 року в маленькому провінційному містечку Нола під Неаполем, де догми католицької церкви вважалися непорушними. Та й сама родина Бруно, дрібного розореного дворянина Джованні, здавалося б, не сприяла становленню бунтаря.

У 1558 чи 1559 році з майже сільської тиші передмістя Нола, селища Сан Джованні ді Ческа, оточеного садами й виноградниками, де жила родина Бруно, Джордано





потрапляє в Неаполь. Строкатисть і своєрідність неаполітанських вулиць, де поряд стояли майстерня кінської збруї і дзвіниця з «чудотворними мощами», харчівня й монастир із суворим статутом, вражали навіть сучасників Бруно. Проте юного Джордано приваблювало інше — можливість спілкування з передовими мислителями свого часу — видатними гуманістами Неаполя. Він відвідує їхні лекції, слухає диспути, вивчає нові книжки.

Історики гадають: ще до монастиря Джордано Бруно читав заборонені церквою книги, в тім числі працю Міколая Коперника «Про обертання небесних сфер».

Пізніше Бруно напише: «...о благородний Коперник, великі твори, які хвилювали мій розум у ніжному віці... ти вже не тільки заперечував, що Земля знаходиться в середині, — це й інші могли бачити ще значно раніше, — а й стверджував і те, що вона плине в річному кругообігу довкола Сонця...»

Справді, те, що для нас сьогодні істина, через силу вміщалося у свідомості людей XVI століття. Суть учення великого астронома суперечила щоденним спостереженням. Як важко, як непросто було їм «зупинити у своїй свідомості Сонце і зрушити Землю». «Зрушивши Землю», Коперник тим самим звів із п'єдесталу до положення звичайнісінької зірки і Сонце.

Важко уявити собі іншу людину, чие життя було б так не схоже на життя Джордано Бруно. В дитинстві, дізнавшись про долю Бруно, я уявляв собі Міколая Коперника, чиї ідеї так пристрасно й непримиренно захищав Бруно, в образі суворого воїна. Своїми працями він кинув виклик ученню Арістотеля і Клавдія Птолемея, які в центр світобудови помістили Землю. Це вчення офіційно підтримувалося отцями церкви, всією владою і авторитетом папи римського. Підтримувалося не так із допомогою вчених диспутів, як вогнищ інквізиції.

Ось чому образ Коперника здавався мені таким не схожим на те, про що я дізнався згодом, ознайомившись із його науковою біографією.

Людина, яка здійснила революцію в астрономії, великий син Польщі Міколай Коперник (1473—1543) прожив життя зовні небагате подіями. За винятком студентських років, проведених у тодішній столиці Польщі — Кракові та в Італії, майже все життя вченого і вправного лікаря Міколая Коперника минуло в маленькому містечку Фромборку на узбережжі Балтійського моря.

Тривала і вперта боротьба, що вимагала зусиль і

жертв, розгорнулася довкола вчення Міколая Коперника, та йому самому брати в ній участі не довелося.

Основна праця вченого «Про обертання небесних сфер» з'явилася друком у травні 1543 року тиражем лише тисячу примірників, коли Коперник був уже при смерті.

Церква прагнула заборонити нову астрономію. Драматична доля книжки геніального астронома. Ледве побачивши світ, вона була внесена в «Індекс заборонених книг». Унікальний примірник її з помітками папського цензора можна побачити в бібліотеці Львівського університету, що відзначила своє 375-річчя. Це найстаріше в республіці книгосховище, а серед університетських — друге в країні після Вільнюського.

Проте тільки цим заходом не можна було зупинити поширення геліоцентричного вчення, і тоді церква вдалася до випробуваного засобу — вогнищ інквізиції.

Першим непримиренним борцем за вчення Коперника і першою жертвою в цій боротьбі був великий італійський мислитель, матеріаліст і атеїст Джордано Бруно.

У п'ятнадцять років він прийняв чернецтво, в двадцять сім — уже порвав з релігією. Джордано доводилося блукати Північною Італією і ховатися від папських шпигів; переїздити із країни в країну; тікати з Рима від судової розправи, яку готувала йому католицька церква, і провести довгі тижні в женецькій в'язниці у релігійних противників Рима — кальвіністів. Одержати сан священника, а згодом — учене звання доктора філософії. Вивчити зоряне небо, перебуваючи в стінах італійського монастиря, і читати лекції з астрономії в Тулузькому й Паризькому університетах.

Недовгі місяці спокійного життя — і знову роки мандрів: Англія, Німеччина, Венеція...

Джордано був подвижником. Його не цікавили багатство, вбрання і дорогі наїдки: достаток, який йому могло принести примирення з церквою, і спокій, пов'язаний з осідлим способом життя. Він не боявся здатися тенденційним; ніколи не спрощував та й не звужував картину світу, щоб піти на компроміс чи бути зрозумілішим для своїх сучасників.

Він був, образно кажучи, зоряним вісником і, пристрасно пропагуючи вчення Коперника, пішов далі у поваленні догматів церкви. У 1584 році вийшла друком книжка Бруно «Про нескінченність, Всесвіт і світи». Він



уявляє собі Всесвіт як нескінченний простір, наповнений незліченною кількістю зірок. Ці зірки — далекі від нас сонця. Вони, як і найближча до нас денна зірка — наше Сонце, оточені, на думку Бруно, планетами, подібно до планет нашої Сонячної системи.

Ні замовчати, ні простити таких поглядів не можна. Лишається тільки один засіб — убити їх!

...У 1940 році батька викликали в справах до Москви. Він узяв мене, тоді хлопчину, з собою. В один із вихідних батько повів мене залами московських музеїв. Час розмив спогади, та один досі залишився таким яскравим, наче не чотири десятиліття минуло відтоді, а було це вчора.

Я стою в затемненій кімнаті музею, яскраво освітлена тільки невеличка сцена та маленькі фігурки на ній. І здається мені, що, перенесений машиною часу, я єдиний глядач трагічного спектаклю, який розігрується на римському майдані з поетичною назвою «Площа Квітів».

На календарі 17 лютого 1600 року. Похмурий ранок. Фігурки на майдані-сцені немовби оживають і рухаються. Я виразно чую слова, з якими люди звертаються одне до одного.

Я слухаю їх, я стежу за ними, я напружую зір, щоб упізнати й запам'ятати кожну дійову особу трагедії: ченців із смолоскипами й хрестами, у високих відлогах, що затуляють обличчя, з двома прорізами для очей; солдатів папської гвардії в іспанських шлемах, з аркебузами і дворучними мечами; представника інквізиції у фіолетовій мантиї й чотирикутній шапці, з вироком у руках і, нарешті, виснаженого чоловіка середнього на зріст, із каштановою борідкою. На вигляд йому років п'ятдесят. Він іде у супроводі ката. На засудженому блаженський чернечий убір, на шиї теліпається шматок вірьовки, в руках горить свічка.

Йому наказують стати на коліна, й інквізитор зачитує вирок: Джордано Бруно та його книжки засуджуються до спалення.

Нарешті вирок дочитано. Джордано піднімається з колін. Кат викидає у нього з рук запалену свічку і гасить її на знак того, що життя засудженого скінчилося.

І ось серед раптової зловісної тиші виразно і грізно звучать слова Джордано Бруно: «Мабуть, ви з більшим страхом оголошувате вирок, аніж я вислуховую його...»

У цих словах, кинутих в обличчя інквізиторам, закладено глибоку думку: зупинити розвиток науки, жагу

пізнання не можна. Віра в це завжди підносила людину мислячу над фанатиками і неуками.

Можна спалити на вогнищі Джордано Бруно, але ідею не можна ні заборонити, ні вбити!

Уже в березні 1610 року, через десять років після страти Джордано Бруно, з'являється книжка падуанського професора Галілео Галілея «Зоряний вісник». Тираж її — 550 примірників — було розпродано за кілька днів. На ті часи й для наукового трактату надзвичайно швидко. Твір Галілея містив огляд усіх його телескопічних відкриттів.

«То стань же, Галілей, поруч із Кеплером. Один, повернувшись обличчям до неба, спостерігатиме Місяць, другий, повернувшись обличчям до екрана (щоб скло не попекло очей), — Сонце, кожен зі своїм власним інструментом...» — писав астроном Кеплер астроному Галілею.

На кінець 1610 року припадає ще одне чудове відкриття Галілея. Він виявив на диску Сонця темні плями. Їх відомості, що вже у жовтні того ж року Галілей показав сонячні плями знайомим не тільки в Падуї, а й у Венеції. 1613 року вчений випускає у світ книжку «Історія і доведення сонячних плям». Книга викликала чимало розмов, бо Галілей строго математично довів, що плями, переміщуючись по сонячному диску, знаходяться дуже близько від поверхні денної зірки або на самій сонячній поверхні.

Власне, про ці плями, які й по сьогодні зберігають ще чимало таємниць, про сонячний вітер і сонячно-земні зв'язки, про енергію денної зірки та її використання для потреб енергетики і написано цю книжку.



## Розділ перший

### ДИРИГЕНТ ЗЕМНИХ БУР

#### ЩО МОЖЕ БУТИ ПРОСТІШЕ ВІД ЗІРКИ?

Один із творців теорії внутрішньої будови зірок англійський астроном Артур-Стенлі Еддінгтон якось пошаргував, сказавши, що нема нічого простішого, аніж будова зірки.

Розповідають, що філософи Стародавньої Греції, пояснюючи своїм учням будову Землі, як унаочнення використовували цибулину.

Уявімо собі у вигляді величезної цибулини наше Сонце і, скориставшись методикою давньогрецьких учених, спробуймо збагнути будову денної зірки. За астрономічними масштабами, це зовсім невелика зірка класу «жовтий карлик». Та цей «карлик» у 330 000 разів масивніший за Землю, діаметр його дорівнює приблизно 1 392 000 кілометрів.

У XVIII столітті англійський астроном Вільям Гершель був переконаний, що ядро Сонця тверде, а над ним розташовані два шари хмар. Зовнішній палаючий — фотосфера і внутрішній — екран, що захищає нижню зону від теплоти фотосфери. Плями — тимчасові отвори у хмарах, крізь які видно поверхню.

У XIX столітті німецький природознавець Герман Гельмгольц і видатний англійський фізик Уільям Кельвін встановили, що Сонце й зірки — це згусток газу, який випромінює тепло і світло.

На середину XX століття структура Сонця або принаймні його зовнішні шари здавалися вивченими досить добре. Та Сонце сповнене загадок. Останнім часом астрономи одержують відомості про структуру як із Землі, так і з штучних супутників і населених орбітальних станцій.

Диск Сонця, «побачений» космічними апаратами, постав перед астрономами в іншому світлі. Прилади, винесені за межі земної атмосфери<sup>1</sup>, виявили рентгенівське,

<sup>1</sup> Пояснення науково-технічних термінів дається у словничку в кінці книжки.

ультрафіолетове та гама-випромінювання, що йде від Сонця, але не доходить до поверхні Землі.

Інша річ — спроби заглянути в надра світила. Тут нема чого покладатися на прилади — таких просто не існує. Дослідники, розв'язуючи загадки надр денної зірки, покладаються на науковий досвід, інтуїцію та математичні розрахунки, що ґрунтуються на законах теоретичної фізики.

Подумки здійснимо нашу подорож від центра Сонця — його ядра — до периферійних областей зірки. Ядро — основне джерело енергії Сонця. Тут температура сягає  $14 \times 10^6 \text{ K}$ . Але випромінювання самого ядра до нас практично не доходять. У вигляді гама-випромінювання вони спочатку повинні пройти далекий шлях до поверхні Сонця.

Ядро Сонця охоплює так звана проміжна зона. Через неї енергія ядра переноситься у вигляді випромінювання. Гама-промені, стикаючись із частинками плазми, розсіюються, поглинаються і знову випромінюються. Енергія гама-випромінювання зменшується, і воно перетворюється у рентгенівське.

Радянськими вченими у 60-ті роки було одержано першу фотографію Сонця в рентгенівських променях. Вона виконана на висоті 170 кілометрів із борту космічної ракети спеціальним апаратом. На цій унікальній фотографії сонячний диск майже чорний. Це — наслідок дії рентгенівського випромінювання Сонця. На щастя, воно не досягає поверхні Землі і поглинається атмосферою. Можливо, вам доводилося бачити, як працюють лікарі-рентгенологи. Захисні рукавички і фартух — спецодяг, що захищає їх від опромінювання.

Далі, за проміжною, йде конвективна зона. В її глибинних просторах випромінювання нагріває плазму. Розширюючись, воно, наче могутній джін, випущений із пляшки, лине вгору до поверхні Сонця. Досягнувши її, плазма охолоджується і знову рухається вниз. Цей процес нагадує океан з його припливами і відпливами. І там — у земному океані, і тут — у сонячному переноситься енергія. Тільки в сонячному — теплова. Випромінювання відіграє істотну роль для більшості зірок. І все-таки цей спосіб перенесення енергії поступається перед конвекцією.

Вчені порівнюють процеси, що відбуваються в конвективній зоні, з рідиною, яка кипить у посудині — чайнику, туристському казанку, лабораторній колбі. Коли рідина



кипить, вона перемішується. Так само може поводитись і газ. Це легко помітити спекотливого дня, коли земля нагріта промінням сонця. На тлі віддалених предметів добре видно, як підіймаються струмені гарячого повітря.

Рух плазми вгору досягає швидкості 3 кілометри на годину. Висхідні й нисхідні потоки — припливи і відпливи плазми — утворюють у зоні так звані конвективні чарунки завбільшки від 100 до 10 000 кілометрів.

З конвективною зоною межує фотосфера.

Сонячну атмосферу умовно поділяють на три шари, що плавно переходять один в один.

Найглибша частина атмосфери денної зірки зветься фотосферою, або сферою світла. Її верхній шар ми бачимо як край сонячного диска. У межах фотосфери — шар має приблизно 700 кілометрів у радіусі — температура зменшується до найнижчої на Сонці: 4—5 тисяч градусів Цельсія. Звідси «тікає» основний потік променистої енергії. Це переважно видимі промені, що мають безперервний спектр. Тут спостерігаються плями і яскравіші, ніж сама атмосфера, утворення — факели. Поза плямами й факелами фотосфера нагадує таріль, викладену світлим зернами або гранулами, які вирізняються на темному тлі. Розмір цих «зерняток» від 400 до 1000 кілометрів кожного.

Хромосфера, або забарвлена сфера, — проміжний шар сонячної атмосфери. В ній температура зростає і на зовнішній межі, на висоті близько 10 000 кілометрів, досягає мільйонів градусів. Учені вважають, що хромосферу нагрівають гравітаційні й акустичні хвилі. Хромосферу можна спостерігати під час повних сонячних затемнень, коли диск Місяця затуляє сонячний і довкола чорного диска спалахує яскравий ореол, що підіймається над фотосферою на 12—15 тисяч кілометрів. Тут, у хромосфері, беруть початок осяйні струмені світлого газу. Ці язички полум'я, або спікули (списи), пронизують верхню хромосферу і нижню корону майже на 10 000 кілометрів, щоб згаснути там через 3—5 хвилин.

Сонячна корона — найгорішній і «найгарячіший» шар атмосфери денної зірки, сріблястого кольору вінець світила. В ньому температура сягає максимального для атмосфери значення: 1—2 мільйони градусів Цельсія. При такій температурі атоми «втрачають своє обличчя». Іонізація речовини така сильна, що легкі атоми позбуваються своїх електронів, а важчі — зовнішніх електронних оболонок. Вільні електрони корони, рухаючись з ве-

личезними швидкостями (тис. км/с), випромінюють рентгенівські промені. Корону було відкрито 1851 року. Проте аж до 1929 року, коли був створений прилад коронограф, що давав змогу «затемнювати Сонце на замовлення» і спостерігати корону будь-якої ясної днини, астрономи вивчали її загалом не більш як... одну годину. Сімдесят п'ять років сонячних спостережень і одна година вивчення корони: чи не це «в грами добутого — гори праці»?

Все розказане притаманне спокійному Сонцю. А яке на вигляд неспокійне? Про це окрема розповідь.

## ЧИМ ТОПЛЯТЬ СОНЦЕ

Хто винайшов голку? Хто сконструював колесо?

Список подібних запитань, що стосуються історії винаходу звичних для нас речей, можна було б продовжити. Та, мабуть, вони так і залишаться без відповіді. Історикам матеріальної культури навряд чи вдасться відкопати ім'я геніального винахідника тієї першої на планеті костяної голки, з допомогою якої вдячні одноплеменниці (а може, й одноплеменники — хто знає, кому з печерних співбратів доручали в ті далекі часи зшивати шкури) виготовили для винахідника елегантну плащ-накидку із шкури чорної прапантери.

Питання про голку особисто мене якось не хвилює, а от ім'я першого пожежника на землі, людини, яка здогадалася загасити вогнище водою, що зберігалася в глиняній посудині, мені б дуже хотілося взнати. Як і всі хлопчакі, я мріяв колись стати пожежником. Згодом, як це часто трапляється (інакше пожежників було б на планеті більше, ніж, скажімо, спеціалістів із водопостачання, що, звичайно, позначилося б на ефективності пожежогасіння), пожежником я не став. Але інтерес до цієї професії зберігся на довгі роки.

Водою гасять більшість пожеж. Сама вода —  $H_2O$  — не горить, але окремо ці два хімічних елементи, що її складають, кажучи словами фахівців, пожежонебезпечні. Один із них — кисень — підтримує горіння. А другий — водень — горить. Та ще й як!

Водень — основне паливо Сонця. Природний термоядерний реактор, який існує приблизно  $5 \times 10^9$  років, — наша денна зірка. Реактори й інші зірки. Але вони так далеко від нас, що лише мізерна частка їхньої енергії



доходить до планети Земля. А Сонце посилає на Землю і світло і тепло.

Скільки ласкавих слів придумали люди для Сонця! Проте для астронома воно — лише типова зірка, а для фізика — велетенський, самокерований термоядерний реактор. В його центрі підтримується температура близько 14 мільйонів градусів Кельвіна.

Чи так це? Гіпотеза про термоядерні реактори чи спостережуваний факт? Що ж усе-таки є джерелом енергії Сонця?

До XVII століття існувало уявлення про те, що джерелом енергії Сонця й зірок служать хімічні реакції.

Висловлювалася думка, що на Сонце з величезною швидкістю падають метеорити, і світило нібито розігрівається від їхніх ударів. Правда, з цією гіпотезою, навіть у її авторів, виходила одна серйозна неув'язка. Відповідне число метеоритів мало б падати й на Землю і підтримувати температуру її поверхні близько  $800^{\circ}\text{C}$ ! Довелося визнати метеоритну гіпотезу хибною. Треба було шукати іншого пояснення.

Наприкінці XIX століття Герман Гельмгольц (1821—1894) припустив, що висока температура Сонця є результатом дії сил тяжіння. Однак у теорії Гельмгольца невдовзі виявилася одна «слабка ланка». Річ у тім, що, за розрахунками цього вченого, Сонце при нинішній інтенсивності випромінювання могло б існувати 10—40 мільйонів років. Проте оцінка, виконана за тією кількістю урану і продуктів його розпаду, які є в земній корі, свідчить, що тільки наша Земля існує не менш як 4,5—5 мільярдів років. Вік Сонця не може бути набагато менший.

Виходить, і теорія гравітаційних сил, що розігрівають Сонце, не могла бути прийнята ні астрономами, ні геологами. До речі, саме відкриття радіоактивності в ті роки, здавалося, давало змогу знайти оригінальний вихід із безвиході. Було зроблено спробу розглядати радій та інші радіаційні елементи як джерело енергії Сонця й зірок. Але незабаром розрахунки «поховали» і цю гіпотезу. Час існування Сонця був би навіть менший за той, що виходив за теорією Гельмгольца.

1907 року вийшла у світ книжка «Утворення світів». Її написав шведський учений Сванте-Август Арреніус (1859—1927). Він був видатним фізиком-хіміком, писав праці з біології, астрономії, астрофізики. Наприкінці XIX — на початку XX століття точилося чимало розмов





про долю Сонця, і в умах виникали досить похмурі картини майбутнього денної зірки. Що станеться з Сонцем, коли воно схолоне?

Витяг із книжки Арреніуса «Утворення світів»:

«Спершу тепла кірка безперестану ламатиметься під тиском газів і лави, що виходитимуть із середини Сонця, та невдовзі ці могутні потоки схолонуть, і зламані частини кори стуляться між собою ще щільніше. Тільки на деяких старих тріщинах височитимуть вулкани, що даватимуть вихід масам газів, переважно воді і в меншій кількості — вуглекислоті, які звільнятимуться при охолодженні середини Сонця.

Далі вода сконденсується, на Сонці виникнуть океани, і на короткий час воно стане схожим на нашу Землю в її нинішньому стані, але з однією вельми важливою відмінністю. Погасле Сонце, на противагу Землі, не одержуватиме іззовні живильного тепла, крім мізерної кількості променів із простору та того тепла, яке виникатиме при падінні метеоритів. Тому температура на погаслому Сонці швидко падатиме. Хмари його атмосфери дедалі рідшатимуть і невдовзі перестануть служити захистом від випромінювання. Океан на Сонці візьметься крижаною кіркою. Потім і вуглекислота почне виділятися із сонячної атмосфери у вигляді дрібного снігу. Нарешті при температурі мінус 200 градусів унаслідок конденсації газів повітря, особливо азоту, виникатимуть нові океани. Ще деяке зниження температури, приблизно на 20 градусів — і енергія падаючих метеоритів покриватиме подальшу витрату тепла. Тоді атмосфера Сонця складатиметься переважно з водню і гелію...»

Чи не правда, вражаюча картина загибелі Сонця! А справа в тому, що на початку століття, знаючи про «насиченість» сонячної атмосфери воднем і гелієм, учені не мали уявлення про істинний стан речей, не знали про процеси, що відбуваються в зірці.

Сьогодні коротка відповідь звучить так: у надрах Сонця відбувається термоядерна реакція, в ході якої синтезується гелій із водню з виділенням енергії і нейтрино.

Правда, така відповідь лише приблизно розкриває картину роботи самокерованого термоядерного реактора, який ми, земляни, назвали Сонцем.

Напевно, існує кілька типів сонячних термоядерних реакцій.

Вчені намагаються здійснити керовану термоядерну

реакцію, що відбувається при дуже високих температурах у земних умовах. Успіх справи дав би змогу одержати практично необмежене джерело енергії.

Поки що «штучне Сонце» не дасться в руки дослідникам. Над створенням термоядерного реактора нині працюють найвидатніші фізики нашої країни і світу. Десятків і сотень мільйонів градусів треба досягти, щоб плазма перейшла у повністю іонізований стан.

Чи не «випарується» за такої температури все обладнання, в тому числі й сама установка? На світі нема такого матеріалу, який витримав би зіткнення з плазмою і залишився цілий після такого контакту. Що ж, відмовитися од самої ідеї створення термоядерної установки?

Фізики знайшли раду. Частинки, з яких складається плазма, мають електричні заряди. Негативні — електрони, позитивні — ядра атомів. Отже, на плазму можна діяти електричним струмом або магнітним полем. Виявилося, що втримати плазму струмом практично неможливо. Фізики зупинилися на магнітному полі.

В інституті атомної енергії імені Ігоря Васильовича Курчатова було розроблено установку «Токамак». Роботою керував академік Лев Андрійович Арцимович (1909—1973).

Назва «Токамак» виникла від скорочення слів «Тороїдальна КАмера з МАгнітними Котушками». Останні створюють дуже сильне магнітне поле. Нині в Радянському Союзі збудовано вже цілу сім'ю «Токамаків», і їм пророкують велике майбутнє. Будівництво цих установок триває, і з появою кожної нової робиться ще один крок уперед на шляху створення промислового термоядерного реактора.

Коротко «Токамак» працює так. Електричний струм надто великої сили, в сотні тисяч амперів, що проходить через плазму, нагріває її.

Високотемпературна плазма в «Токамаку» знаходиться у спеціальній посудині. Вона має форму кільця. Вчені ще образно порівнюють його із рятувальним кругом або, що більш звично, з бубликом. Подібне геометричне тіло називається «тором». Звідси й тороїдальна камера. Високотемпературна плазма в «Токамаку» відбивається магнітним полем до осі каналу і не торкається стінок посудини.

Академік Володимир Олексійович Кириллін сказав, що в рішенні радянських фізиків лежить проста, яка



завжди захоплює тих, хто з нею знайомиться, ідея Токамаку — прообразу «штучного Сонця» на Землі.

Один із доступних шляхів вивчення «сонячних реакцій» — вловлювання сонячних нейтрино. За ним стоїть титанічна праця дослідників.

Нейтрино випромінюються на проміжних стадіях у цих реакціях. Вони безперешкодно пронизують зовнішні шари Сонця, дуже слабо взаємодіючи з речовиною. Сонячні нейтрино вимірюються земними детекторами, які дослідники розміщують у найглибших соляних копальнях і шахтах. Детектори встановлюють на дні високогірних озер і на морському дні.

Правда, одержані останнім часом результати вимірювання сонячних нейтрино збентежили фізиків-теоретиків. Іструм нейтрино виявився менший за передбачений у теорії.

Невдача експериментаторів чи помилка теорії? Час покаже. «Дослідники на кінчику пера» — так іноді називають фізиків-теоретиків на противагу їхнім співбратам-експериментаторам — запропонували схему реакції синтезу гелію. Вона нібито пояснює відхилення в поведінці сонячних нейтрино.

Винуваті в цьому немовби екзотичні частинки з дрібним електричним зарядом.

Чому екзотичні? Та тому, що жоден кварк ні разу не був зареєстрований фізиками-експериментаторами у вільному вигляді, хоч пошуки ведуться вже кілька років.

Цікаве саме походження слова «кварк». Фізики його не придумали, а запозичили з художньої літератури. В одному з романів англійського письменника Джеймса Джойса (1882—1941) слово «кварк» пов'язане з чимось таємничим.

Герою роману сниться сон, і він чує крик чайок... «Три кварка для містера Марка!»

До речі, саме слово «кварк» теж не придумане письменником Джойсом, а взятє ним із німецької, де нічого таємничого не означає. Та й що таємничого може бути у слові «сир», а саме так перекладається слово «кварк» із німецької.

Але фізикам сподобалося «каркаюче» слово, і новий термін прижився для позначення таємничої частинки — кварка — у фізиці.

Отже, як усе-таки працює сонячний термоядерний реактор?

Досі дослідники розглядали два основних цикли ядер-

них реакцій, що відбуваються в надрах денної зірки. Ці реакції служать джерелом сонячної енергії.

У першому циклі виділяється основна частина енергії. Він починається із злиття двох протонів у ядро дейтерію. Тому його називають протон-протонний цикл.

У ході реакції народжується нейтрино.

Запущена реакція триває, а сам водневий цикл має кілька стадій, під час яких випромінюється нейтрино з більш високою енергією. Згідно із стандартною сонячною моделлю в реакціях цього циклу синтезується 98 процентів усього гелію і вивільнюється 98 процентів випромінюваної Сонцем енергії. І лише 2 проценти сонячної енергії припадає на другий тип термоядерних реакцій. Він дістав назву вуглецево-азотний цикл.

Схема його така: ядро вуглецю-12 захоплює один за одним три протони, внаслідок чого утворюються дедалі важчі ядра. Захоплення триває до утворення ядер азоту-15. Кожне складається із 7 протонів і 8 нейтронів. Після захоплення четвертого протона утворене ядро розпадається на ядро гелію і ядро вуглецю-12. Цикл починається знову. У цій реакції також витрачається водень.

У ході протон-протонного і, можливо, інших циклів маса Сонця щосекунди зменшується, і воно «худне» на  $4 \times 10^6$  тонн. Проте астрофізики гадають, що стан денної зірки практично не зміниться ще протягом мільярдів років і, втрачаючи за добу мільярди тонн протонної речовини, Сонце не опливе, як свічка, за кілька годин, не перегорить за кілька місяців, як електрична лампочка.

Мова астрономів поетична: сонячний вітер, сонячний диск, сонячна корона. Це зовнішня оболонка Сонця. Її температура мільйон градусів. Оболонка являє собою надзвичайно розріджену несиметричну газову зону і простягається від Сонця до орбіти Землі, тобто на 150 мільйонів кілометрів. Її найкраще видно під час сонячного затемнення, коли Місяць затуляє яскравий сонячний диск.

Мабуть, ніяке інше стихійне явище, навіть виверження вулкана чи землетрус, не викликало в минулому такого панічного страху, як сонячне затемнення.

...На обкладинці книжки намальований рицар. Гордо гойдається на його шоломі плюмаж, пір'їни для якого висмикнуті з хвоста дивовижного африканського птаха. Стальні лати надійно захищають груди і спину воїна, поножі — металеві пластини — його гомілки, зірчасті шпори довершують рицарську екіпіровку. Однією рукою,



взягнутою в бойову рукавичку, він спирається на великий двогострий меч, а в другій... У другій руці рицар тримає телефонну трубку. Поряд із телефонним апаратом зразка кінця XIX століття, що висить на стіні, прикріплено чималий щит. На ньому зображено небачений і дивний рицарський герб: рука в залізній рукавичці, що держить зубну щітку. Зовсім безглуздим, у поєднанні зі щитом, здається написаний на ньому девіз: «Вимагайте зубну пасту Нойодонт!»

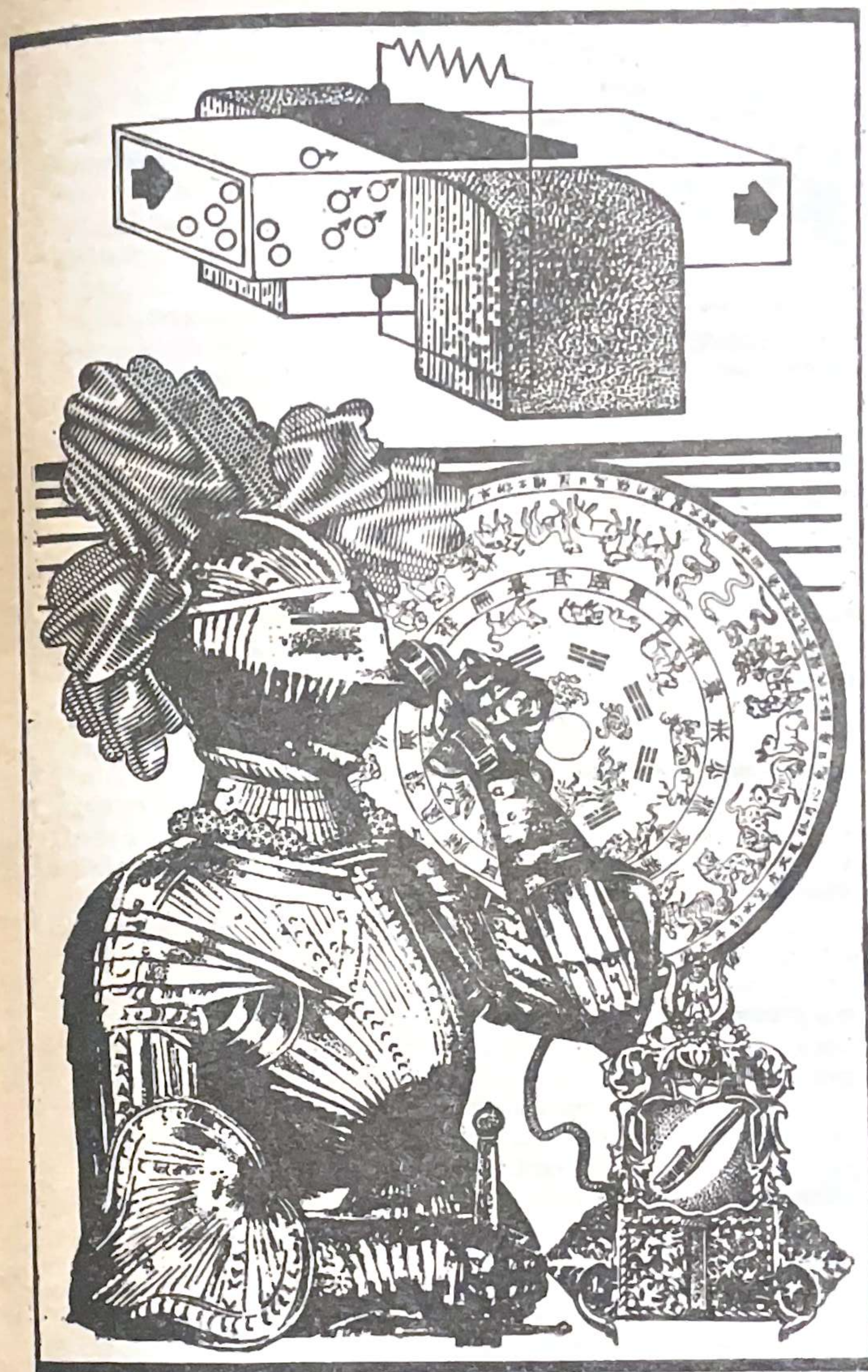
Як уже здогадався проникливий читач, мова йде про малюнок, що (в різних варіантах — залежно від смаку і фантазії художника) прикрашає менш відомий, але не менш цікавий, ніж «Пригоди Тома Соєра» і «Пригоди Гекльберрі Фінна», роман-памфлет Марка Твена «Янкї з Коннектикута при дворі короля Артура».

Сюжет його простий. Американець XIX століття через неймовірні обставини опиняється в Англії VI століття, за часів короля Артура та його рицарів Круглого столу. Янкї засуджують до спалення на вогнищі. Здавалося, ніщо не може врятувати «пришельця з післязавтрашнього дня». Та ось він пригадує, що... саме в цей день у VI столітті мало відбутися...

А втім, погляньмо, як описує цю сцену Марк Твен. Почнімо з того моменту, коли янкї підвели до стовпа, прикували до нього ланцюгом і обклали хмизом: «...до ніг мені схилився чоловік із палаючим смолоскипом у руці; юрба, вдивляючись, потяглася вперед; усі мимоволі піднялися зі своїх лавок; чернець простяг руки у мене над головою, підвів очі до голубого неба і щось забурмотів латиною; він бурмотів досить довго і раптом змовк. Я зачекав якусь хвилю, потім глянув на нього: чернець закам'янів. Уся юрба, охоплена одним поривом, підвелася на ноги і дивилася у небо. Я теж глянув у небо: чорт візьми, затемнення почалося! Я піднісся духом, я ожив! Чорний обідок дедалі глибше входив у диск сонця... Я знав, що зараз усі вони глянуть на мене. І коли вони на мене глянули, я був готовий. Я надав своїй поставі величавості і здійняв руки до сонця. Ефект вийшов вражаючий. Дріж хвилею пробіг по всій юрбі».

А темрява густішала, ставало дедалі темніше, і горе охопило народ, і юрба заголосила від жаху, побачивши, як у денному небі мерехтять нічні зорі.

Практичний американець сказав, звертаючись до короля Артура, що він поверне сонце або — не більше й не менше — погасить його назавжди, якщо не буде при-





йнято таких умов: король залишається королем, а янкі призначається його беззмінним міністром...

У романі-памфлеті, як бачимо, все кінчається непогано, і героя не було спалено на вогнищі. Проте в житті такі «жарти з сонцем» дорого коштували придворним астрономам. Якщо вони заздалегідь не попереджали про це «лихо» царствену особу, наприклад, китайського імператора, то ще до закінчення затемнення позбувалися голови.

Свідчення про це збереглися в китайських літописах, і ніякі колишні заслуги й гучні титули, скажімо, член палати вчених при імператорському дворі, не рятували бідолаху від кари.

Звичайно, спостерігати сонячну корону під час затемнення — і складне, і ненадійне заняття. Згадаймо, що сумарна тривалість повних фаз усіх сонячних затемнень за століття, мабуть, ледве-ледве перевищить кілька годин.

Тому кожне затемнення денної зірки — подія в житті астрономів-сонячників.

Невдовзі після організації Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР київські астрономи виїхали до Карелії спостерігати повне сонячне затемнення. Це була, по суті, перша післявоєнна експедиція українських астрономів. Календар показував 9 липня 1945 року.

Згодом були й інші експедиції. Мисливці за Сонцем спостерігали затемнення і вдома, як це було у червні 1954 року, і в далеких краях — виїздили до Мексики й Полінезії.

Крім того, досить часто спостереження проводяться у важкодоступних куточках планети: у пустелі, на безлюдному острові, на засніженій вершині, а в минулому — і в кошику повітряної кулі. Доводилось перетягати у віддалену від уторованих доріг місцевість кілька тонн обладнання. Але траплялося і так, що після встановлення апаратури з неї навіть не скидали чохлів. На превелике розчарування астрономів, замість вивчення сонячної корони вони мусили спостерігати... зливу.

Однак наука не стоїть на місці. Вже не одне десятиліття вчені спостерігають сонячну корону поза затемненням.

## СОНЯЧНИЙ ГАЗ

Найбільше я любив нічні польоти. Точніше, ті короткі перерви між вильотами, коли ненадовго стихає гул реактивних двигунів. У темряві гостроносі літаки, що зарулили на стоянку, здавалися мені космічними мандрівниками, які відвідали Землю, щоб установити контакти.

Сріблясті машини, наче бігуни, що закінчили дистанцію, поволі вичахають, віддаючи ночі своє тепло. А я, розстеливши на траві брезентовий чохол і підклавши під голову шкірянку, насолоджуюся коротким відпочинком, дивлюсь у зоряне небо.

На півдні, в Криму, де був розташований наш аеродром, зорі над головою такі великі і так близько, що, здається, піднімеш руку — і дістанеш зірку!

Ці маяки Всесвіту світяться різним світлом. За своїми видимими розмірами і блиском вони змінюються від ледве помітних простим оком до дуже яскравих. Власне, так, по-різному, світять у морі плавучі маяки і стаціонарні — на березі. Зроблено це для того, щоб судноводій не заплутався, прокладаючи курс до берега або обходячи небезпеки: підступні мілини, затонулі судна, скелі і рифи. Тож зорі, як і маяки, світяться одні жовтим чи оранжевим світлом, другі — білим, треті — голубим.

Телескоп наблизив зірки до спостерігача. І тоді виявилось, що деякі з них — зовсім не зірки, а галактики: величезні скупчення зірок і величезні туманності — хмари міжзоряного газу та пилу, що тьмяно світяться.

Спектроскоп «розшифрував» хімічний склад і нашої зірки — Сонця, і зірок, віддалених на величезні відстані. І от з'ясувалося: хімічні елементи скрізь однакові, а хімічні реакції на Землі і на Сонці підкоряються тим самим законам, що й перетворення речовин у будь-якій іншій зоні Всесвіту.

Спектроскопія дає змогу зібрати багатий матеріал про хімічний склад зірок, ідентифікувати хімічні елементи, виміряти температуру джерела світла, визначити швидкість об'єкта щодо спостерігача.

З кінця XIX століття було зареєстровано понад два мільйони спектрів приблизно 15 тисяч зірок і Сонця.

А починалася сонячна спектроскопія так.

18 серпня 1868 року мало відбутися чергове сонячне затемнення. Очікувалося, що найповніше затемнення



спостерігатиметься в Індії. Туди й вирушив французький учений П'єр Жансен.

Уривок із біографії П'єра-Жюль-Сезара-Жансена  
(1824—1907)

Народився в Парижі у родині відомого музиканта, і з Парижем були пов'язані роки навчання та викладацької роботи. У 1862 році Жансен почав спостерігати Сонце в невеликій, обладнаній власними силами, обсерваторії. Пізніше він став директором астрофізичної обсерваторії, членом Петербурзької (з 1904) і Паризької (з 1873) Академій наук.

Жансен — піонер застосування спектроскопії та фотографії в астрономії, зокрема при вивченні Сонця. Він створив атлас фотографій Сонця за 1876—1903 роки. Якість цих фотографій вдалося перевершити тільки в наші дні, коли денну зірку було сфотографовано з допомогою телескопів, піднятих у стратосферу на повітряних кулях. До речі, сам Жансен наприкінці XIX століття не раз піднімався на повітряних кулях для спостереження Сонця. Він брав участь у багатьох експедиціях по вивченню сонячних затемнень. Так було і в 1868 році.

З Індії в Париж прийшла телеграма: «Спостерігалось затемнення, протуберанці, чудовий несподіваний спектр. Протуберанці складаються з газів».

Слідом за телеграмою астроном відправляє в Паризьку Академію наук детальний лист, в якому повідомляє, що іще кілька разів спостерігав невідому яскраво-жовту лінію спектра. Лист з Індії в Європу знаходився в дорозі понад два місяці і прибув до Парижа 24 жовтня, а на кілька годин раніше в Академію наук надійшов лист із Лондона від англійського астронома Джозефа Лок'єра.

Уривок із біографії Дж. Лок'єра  
(1836—1920)

Народився в місті Рагбі, служив в армії, працював у державній комісії по науці. Згодом на викладацькій роботі. З 1885 по 1913 рік був директором Обсерваторії сонячної фізики в Південному Кансінгтоні.

У цій обсерваторії Лок'єр виконав ряд робіт по вивченню зв'язку між погодою на Землі і сонячною активністю. Він очолював вісім експедицій по спостереженню повних сонячних затемнень.

1868 року, незалежно від П'єра Жансена, Джозеф Лок'єр відкрив спектроскопічний метод вивчення проту-





беранців поза затемненням. Він спостерігав у їхньому спектрі яскраво-жовту лінію, яка належала новому елементу.

Власне, про це Лок'єр і повідомив Паризькій Академії наук у своєму листі, який прийшов у столицю Франції на кілька годин раніше, аніж лист Жансена.

Мова йшла не про пріоритет, оскільки було ясно, що відкриття зроблені водночас, хоч і в різних кінцях світу, а про те, що подібний збіг виключає помилку. Повідомлення Жансена і Лок'єра були захоплено прийняті членами Паризької Академії наук. Академіки ухвалили на честь цієї події вибити золоту медаль із зображенням обох учених і прийняти пропозицію Джозефа Лок'єра назвати сонячний газ гелієм.

Майже тридцять років новий елемент мав тільки космічну прописку. Він входив до числа речовин, що не відомі на Землі. Аж у 1895 році сонячний газ було виділено із земного мінералу клевеїту. Майже водночас його виявили кілька вчених із різних країн. З'ясувалося, що гелій повністю виправдовує свою назву — «сонячний»: на нашій планеті його дуже мало.

В атмосфері гелій утворюється при взаємодії азоту повітря і космічних променів. У літосфері його появу пов'язують із ядерними перетвореннями — розпадом урану та інших радіоактивних елементів. Вони містяться в мінералах, так званих гелієвих рудах.

У деяких районах планети гелій все-таки має родовища. Тут вміст гелію у природних газах досягає 8—10 процентів. Однак найчастіше, підіймаючись глибинними розломами земної кори, особливо після землетрусів, вивирається назовні. Газ іде в атмосферу, а з неї — в космос.

Це явище було відкрито радянськими вченими. Академік Володимир Іванович Вернадський образно говорив про «гелієве дихання» планети.

Гелій — у космосі, гелій — на Землі!

Він не тільки другий (за атомним номером) елемент таблиці Менделєєва. Гелій — другий елемент по розповсюдженню у Всесвіті. Він поступається лідерством лише водню.

Гелій — найлегший з інертних газів. Цей хімічний елемент має ряд унікальних властивостей. Якихось сімдесят років тому, перед першою світовою війною, гелій коштував надзвичайно дорого.

Недарма у 1919 році американський хімік Генрі Мур

писав: «Якби хто-небудь п'ять років тому заявив мені, що гелієм наповнюватимуть дирижаблі, я поставився б до цього так самісінько, як до твердження, що пам'ятник Вашингтону збираються покрити діамантами...»

Справді, дирижаблебудування, що розвивалося в ті роки, мало потребу в цьому безпечному газі.

Летіти в дирижаблі, наповненому воднем, було не менш небезпечно, ніж курити люльку, сидючи на бочці з порохом. Будь-якої миті водень міг загорітися і вибухнути. Гелій — пожежо- і вибухобезпечний. Коли ж виробництво гелію подешевшало, цим газом почали наповнювати оболонки дирижаблів. Безпечність підвищилася. Правда, й це не врятувало дирижаблів. Вони поступилися місцем апаратам, що важчі за повітря — літакам різних типів і конструкцій.

Сучасній науці і техніці гелій потрібен для інших цілей, а одержують його із порівняно багатих природних газів, у яких він міститься.

Гелій використовується в атомних реакторах із газовим охолодженням як теплоносії. На його властивості випромінювання ніяк не впливають.

У захисному гелієвому середовищі вирощують монокристали — кремній і германій — найважливіших напівпровідникових матеріалів (читай розділ про сонячні батареї у космосі і на Землі).

Гелій входить до складу дихальної суміші для водолазів-глибоководників.

Та чи мало де ще потрібен цей сонячний газ!

## КОСМІЧНА РЕГАТА

Я мимоволі огледівся. Слова розпорядника космічної регати звучали в моєму гермошоломі чітко і зберігали тепло людського голосу. От де ніколи не думав, що конструкторам удасться таке чудо і я почую не безбарвний псевдоголос транслятора, а сприйматиму всю звукову гаму, всі інтонації мовця. Виходить, і мої слова прозвучать для землян, зберігши всі модуляції голосу. Я зможу передати слухачам не тільки те, що побачу під час змагань яхтсменів, а й те, що сам відчуватиму в запалі спортивного азарту.

Правду кажучи, по закінченні Вищої школи спортивних коментаторів це було моє перше серйозне редакційне



відраджень. І треба ж — відразу нагода мені усміхнутися. Суворий шеф-редактор відділу послав мене не в клуб службового собаководства, а — ой, аж дух захоплює — коментувати космічну регату.

Звичайно, особливої моєї заслуги в цьому ніякої нема. Просто з власної необережності, коментуючи гонки крижаних бурів, скупався у холодній воді і схопив нежить постійний оглядач усіх і всіляких регат Станіслав Олександрович Матвеев.

Ну, самі розумієте, послати в космос коментатора із страшиним нежитьом для такої шанованої спортивної відеостанції, як «Оріон», несподівано. Уявіть собі, що на екрані з'являється чоловік, який гарячково весь час хапається за кишеньку, щоб дістати хусточку, довго тримає її біля носа та ще й без кінця головно пчихає!

От і сталося, що у відеостудію контрольної рубіки для коментування космічної регати попав я — Володимир Криворучко.

Але даруйте!.. Розпорядник гонки вже викликає на старт наступних яхтсменів. Одержавши традиційні побажання «погожого сонячного вітру!», вони, зчіплюючи на ходу гермошоломи із скафандрами, переступають високий комінгс шлюзової камери. Зверху опускається масивна відсічна плита, і далі, поки яхта не обігне командного комплексу і не займе свого місця на стартовій лінії, можна тільки з розповіддю старожилів уявити собі всі підготовчі операції яхтсмена.

Просто із шлюзу, поки що зв'язаний із комплексом страховочним фалом, він ступає на борт яхти, причаленої до вихідного лагу. Потім спортсмен сам відчіплює від командного комплексу і віддає швартовний кінець. Закріпивши страховочний фал на яхті, задає команду бортовий ЕОМ розгорнути шоглу з тонким, легким, міцним, схожим на павутину металізованим вітрилом на гаммакейлової основі.

Для тих, хто вперше спостерігає космічну регату і, можливо, не зовсім розуміється на вітрильному оснащення яхт, коментатор відеостанції «Оріон» постарается детальніше розповісти про те, як збудоване сонячне вітрило.

Уявіть собі найскладніше плетиво найтонших електромагнітів, які, взаємодіючи з іонізованою плазмою — сонячним вітром, надають космічній яхті невеличкого, але постійного прискорення. Нагадаю, що в земних умовах, аби досягти переваги в гонках, яхтсмени добирають най-

кращий матеріал і форму вітрила, шукать потрібний кут його встановлення до вітру. У космосі ж слід провестися ювелірну роботу по добору оптимального магнітного поля вітрила.

Та я припиняю опис технічної сторони справи, щоб повести далі свою розповідь про підготовку спортсмена до старту.

Користуючись реактивним пістолетом, він виводить яхту на лінію старту, де, чекаючи сигналу маяка, вишикувалися суперники.

Старт! Гонки почалися!

Складаю пробачення від імені відеостанції «Оріон». Щойно одержано повідомлення про наближення високошвидкісного потоку сонячного вітру. Тому з технічних причин «Оріон» не зможе забезпечити стійкої передачі з місця подій.

Багато хто з шанувальників спорту, напевне, пам'ятає і мій звіт про цю регату. Його було надруковано у «Спортивній газеті» за 18 травня 2086 року. Травнева регата проходила неподалік від Місяця. На супутнику Землі були встановлені ретранслятори, і тому стійкість передачі залежала від «капризів Сонця».

Я гадаю, нема сенсу повторювати відомі імена переможців. Вони — вже історія.

Просто я згадав про цю регату тому, що і як перша в своєму житті чителька, перший урок чи перше шкільне кохання — все, що відбувається з нами вперше, не забувається роки і роки.

А втім, мій перший виступ із космосу, незважаючи на перешкоди, пройшов вдало. За ним були ще і ще. А раз я вирушаю в чергове відрадження. І знову в погоні за сонячним вітром. Яхтсмени стануть на другий «космічний поверх», і цього разу, сподіваюся, обійдеться без перешкод.

Віриться, що коли-небудь, можливо, вже у XXI столітті, сонячний вітер напне вітрила не фантастичних, а реальних космічних кораблів і помчить їх у просторах Всесвіту назустріч найвидатнішим відкриттям...

Зрештою, а чому в XXI столітті? Вже сьогодні розглядаються проекти створення нових типів рухових систем малої тяги для космічного корабля.

Одна система являє собою іонний ракетний двигун, що повинен працювати від перспективних сонячних батарей з питомою потужністю 200 Вт кг. Друга — сонячне вітрило, представлена в двох варіантах.



В одному вітрило має форму квадрата зі стороною 800 метрів. У другому нагадує вітрак із дванадцятьма лопатями. Кожна з них завдовжки 7,2 кілометра і завширшки 8 метрів.

Матеріал вітрил повинен добре відбивати і випромінювати. Такі якості має, наприклад, алюмінізована пластмасова плівка. Дія сонячного вітрила схожа на ту, що рухала каравели Колумба або сучасні учбові вітрильники. Чим ближче до Сонця, чим більша ефективна площа і «повніше» напинає вітрило сонячний вітер, тим він важчий.

Можливий рух і проти вітру. Для цього вітрило відхиляється назад, і гравітаційна сила Сонця, перевищивши силу вітру, притягує корабель.

Таке вітрило, як вважають конструктори, дасть змогу розвивати швидкість 55,4 кілометра на секунду. Цього задосить, наприклад, для виконання патрульного завдання — супроводу чергової комети.

*Відступ перший.* Він ознайомить читача з історією про те, як хвостатий мандрівник — комета — дала змогу виявити сонячний вітер ще до того, як його відкрили дослідники.

У біології не прийнято, наприклад, судити про мурах, що водяться у підмосковному мурашнику, виходячи з даних, які одержані під час вивчення життя стада африканських слонів. Однак в астрономії іноді роблять саме таким чином.

Звичайно, як кожна аналогія, чимось грішить і наша. І все-таки порівняємо. Щоб дістати відомості про один небесний об'єкт, астрономам доводиться досліджувати другий. В результаті накопичується чимало цінних даних про той, перший, заради якого й було націлено в космос прилади.

Така, скажімо, історія вивчення сонячного вітру. Довгий час про нього судили з побічних даних.

Згадаймо історію хвостатих мандрівників — комет — і страх, який у мінутлому супроводжував їхню появу. Мабуть, тільки сонячні затемнення викликали більшу паніку. Спостерігаючи за орієнтацією іонізованого хвоста комети, астрономи одержали чимало відомостей про сонячний вітер, а в 1943 році визначили його швидкість (близько 400 км/сек). Дані понад сорокалітньої давності, як виявилось, близькі до сучасних. До них ми ще повернемося.

Дуже важливу й цікаву епоху у вивченні Всесвіту

відкрили радянські місячні космічні апарати. У 1960 році прилади, доставлені ними в космос, зафіксували існування сонячного вітру — потоків плазми, народжених у клетотливому казані Сонця.

Тут при надто високих температурах атоми ніби «роздаються», втрачають свої електронні оболонки. На відміну від газу, плазму складають не молекули й атоми, а «роздітнені» ядра атомів і вільні електрони.

Частинки, з яких складається сонячна плазма (як і в плазмі, одержаній у «Токамаку»), мають електричні заряди. Електрони — негативні, ядра атомів — позитивні.

Іонізована плазма сильно відрізняється від звичайних газів. Недарма її називають четвертим станом матерії, на противагу широковідомим, що перебувають у твердому, рідкому чи газоподібному стані. Останні оточують нас повсюди. Вони складають літосферу, гідросферу й атмосферу земної кулі.

Однак учені вважають, що 99 процентів (за масою) речовини у Всесвіті перебуває саме в стані плазми і лише близько одного процента речовини складають космічний пил і планети.

Плазма на відносно холодній планеті Земля зустрічається досить рідко, хоч більшість із нас читали про зустрічі з нею землян. Певно ж, мова йде не про контакти з фантастичними НЛО — летючими тарілками, а з реальним проявом плазми — кульовою блискавкою. Зрештою, вона все-таки екзотичний гість.

Проте для багатьох об'єктів Всесвіту — для зірок і міжзоряного газу — плазма, очевидно, є основним станом речовини.

Не виняток і наше Сонце.

Земля, як і інші небесні тіла, занурена у плазму, в сонячний вітер, який без упину «виробляє» наша денна зірка.

Рух цієї плазми не хаотичний, він керується сонячним магнітним полем.

І сонячний вітер, і міжпланетне магнітне поле найактивніше впливають на довколаземне середовище. Посуті, магнітне поле Землі та інших планет Сонячної системи — це частини велетенської термоядерної установки, щось на зразок «космічного «Токамаку», в якому плине плазма — сонячний вітер.

Починається ця велетенська установка поблизу Сонця. Звідси в міжпланетне середовище, рухаючись уздовж



силових ліній магнітного поля світла, що сягають у без-  
конечність, витікає сонячна плазма.

Учені вважають, що сонячний вітер, особливо його  
високошвидкісні потоки, утворюється в областях Сонця,  
які дістали досить незвичну назву. А вітм, вона назови-  
чайно доречна і відбиває суть явища.

Корональні діри — ось як астрофізики назвали обла-  
сті Сонця, звідки, за сучасними поглядами, випливають  
в космічний простір високошвидкісні потоки сонячного  
вітру.

Корональні діри — це область пониженого свічення.  
Вони особливо добре помітні на знімках, які виконані  
в рентгенівських променях.

Сонячний вітер — потік сонячного газу — мчить по-  
близу Землі зі швидкістю 400—450 метрів у секунду.  
Однак спостерігаються і надшвидкісні потоки плазми.  
Вчені пов'язують їх із неспокійним Сонцем. Надшвид-  
кісні потоки летять у міжпланетному просторі зі швид-  
кістю 2000 кілометрів у секунду. Та вони не чемпіони.  
Космічні промені поспішають у просторах Всесвіту зі  
швидкостями в десятки тисяч кілометрів у секунду. Ви-  
ходить, що спокійна плазма рухається до Землі воістину  
з черепашчою швидкістю.

Наша планета і все живе на ній не байдужі до соняч-  
ного вітру, який, образно кажучи, обдуває землю пла-  
нети наче модель літака або корабля. Перша зустріч від-  
бувається високо-високо над земною кулею. Згадаймо  
різкий, ніби удар грому або близький вибух, звук, із  
яким сучасний винищувач долає звуковий бар'єр. Трап-  
лялося, що в будинках, які стоять поблизу аеродрому,  
при цьому лопалися й вигітали шибки.

Щось подібне діється на висоті майже 60 000 кіломет-  
рів над поверхнею планети. Надшвидкісний потік плаз-  
ми, зустрічаючи на своєму шляху перепону, різко галь-  
мується. В ньому утворюється ударна хвиля, як у літака,  
що летить із надзвуковою швидкістю в атмосфері.

Сонячний вітер, як і вітри, що дмуть над Землею,  
мінливий. Він піддається значним змінам як у просторі,  
так і в часі. Динамічні явища на Сонці — до них, на-  
приклад, належать сонячні спалахи (про них ми розпо-  
вімо окремо) — викликають зміни сонячного вітру.

Як і газ земної атмосфери, сонячний вітер має тиск.  
Цей тиск утримує магнітне поле Землі в обмеженій, за  
космічними масштабами, припланетній області — маг-  
нітосфері.

До речі, тиск сонячного вітру діє не тільки на магні-  
тосферу планети, а й на космічні кораблі.

Під час тривалих польотів радянських наукових ком-  
плексів Земля посилює до них вантажні кораблі-поста-  
чальники типу «Прогрес». Вони виконували також обо-  
в'язки космічних дозправників — доставляли на орбіту  
пальне для об'єднаної силовой установки станції. Маса  
компонентів дозправки досягла однієї тонни. Така  
кількість пального потрібна була для того, щоб періоди-  
чно піднімати орбіту станції. Так-от зміна висоти польоту  
(втрата висоти становить приблизно 3 метри на добу)  
35-тонного космічного комплексу, що має велику парус-  
ність, відбувається в силу ряду природних причин. У то-  
му числі під дією на конструкцію тиску сонячного  
вітру.

Силові лінії геомагнітного поля простягаються на де-  
сятки тисяч кілометрів у космічний простір. Вони пер-  
шими зустрічають заряджені частинки, що летять із  
Сонця. Під дією цього зовнішнього джерела силові лінії  
геомагнітного поля набувають характерної кометоподіб-  
ної форми. Вона стиснута у напрямку до Сонця і витяг-  
нута у протилежному напрямку. Цей невидимий «маг-  
нітний хвіст» планети тягнеться на мільйони кілометрів.  
Його конфігурація визначає характер багатьох геофізич-  
них явищ як в атмосфері, так і на поверхні Землі.

Наче модниця, одягнена в сукню з видовженим подо-  
лом, який доводилося нести її вірному пажу, наша пла-  
нета мчить у космосі із довгим магнітним шлейфом. Ме-  
жа між сонячним вітром і магнітосферою пролягає по  
так званій магнітопаузі.

Вона першою протистоїть натискові плазми і служить  
своєрідним бар'єром, що перешкоджає попаданню на  
Землю основної маси частинок сонячного вітру.

*Відступу другий.* Він дасть змогу детально ознайоми-  
тися з магнітним щитом земної кулі.

Лише півстоліття тому двоє видатних фізиків-теоре-  
тиків, не змовляючись, напівжартома стверджували, що  
в фізиці зосталося два загадкових явища — кульова  
блискавка і земний магнетизм. Вони говорили: у довко-  
лишній природі все можна пояснити, за винятком існу-  
вання зірок на небі та земного магнітного поля. Його  
походження і сьогодні належить до числа тих задач, які  
досі хвилюють учених. Не будемо розглядати теорій, а за-  
довольнимся фактами. Магнітне поле планети — реаль-  
на фізична величина. Її можна виміряти магнітومت-



ром-ерстедметром або магнітометром, установленим на космічному апараті.

У межах Сонячної системи магнітометри-космонавти побували поблизу більшості планет: від Меркурія і до Сатурна.

Заміряно магнітні поля цих планет. Виявилося, що «власникам» є тільки Меркурій, Земля, Юпітер і Сатурн. Венера і Марс обділені природою і не мають своїх магнітних полів.

Зустріч космічного апарата з Ураном (він пройде не-подалик від цієї планети) відбудеться, коли ця книжка вже потрапить до читачів. Учені вважають, що Уран і Нептун багато в чому схожі на Юпітер і Сатурн, і, виходячи з цього, припускають: обидві ці планети мають свої магнітні поля. Щоб з'ясувати це і розв'язати інші наукові завдання, й летить апарат до далеких планет.

Напруженість магнітного поля Землі невелика. Вона складає 0,5 ерстед. Та все, як то кажуть, пізнається у порівнянні.

Наприклад, магнітне поле сонячних плям (про них окрема розповідь) має напруженість у кілька тисяч ерстед.

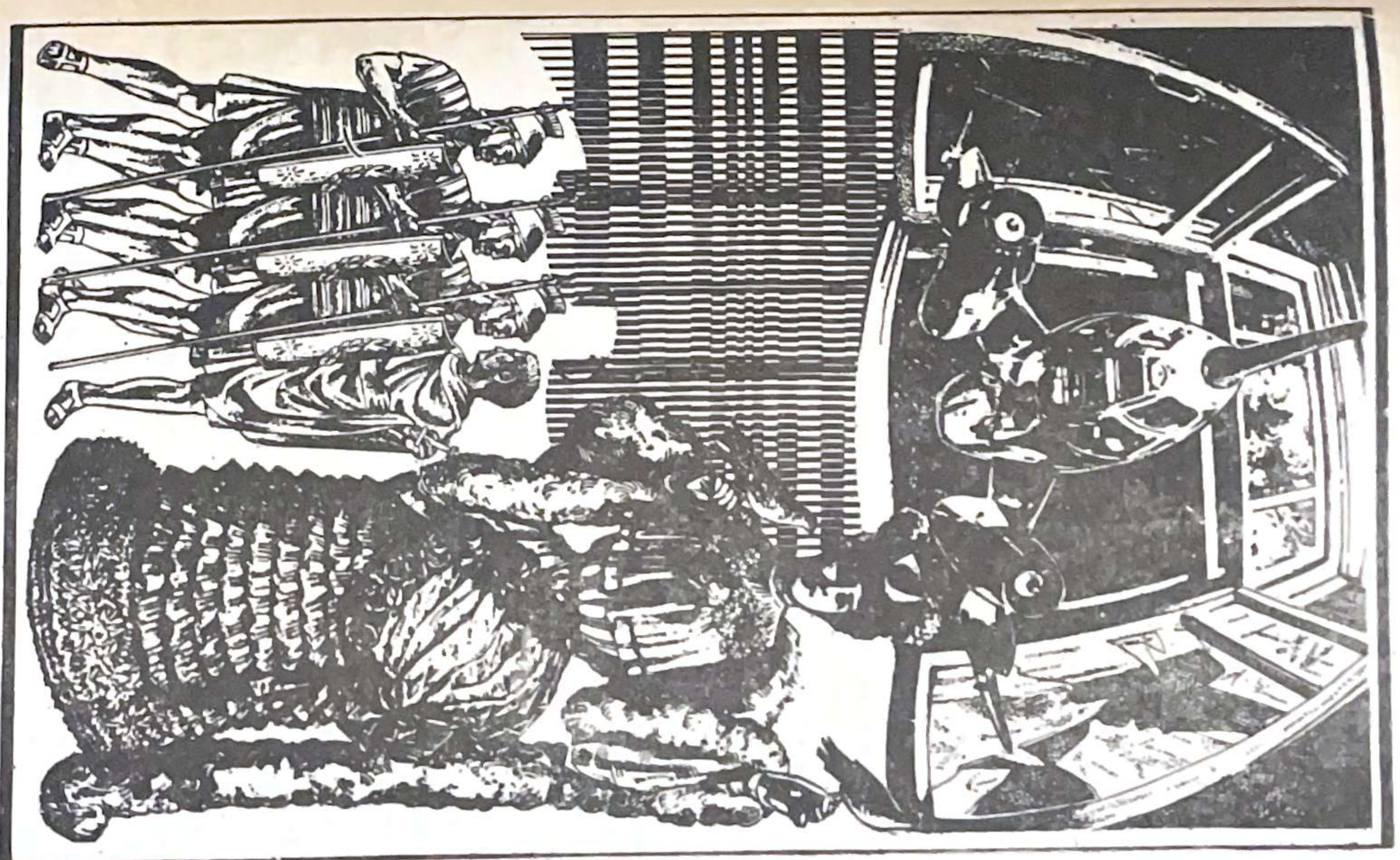
Проте й таке, здавалося б, незначне за напруженістю магнітне поле Землі відіграє першорядну роль у житті планети. Воно захищає нас від потоків сонячного вітру, екранує біосферу від частинок сонячної плазми, що підлетіли до Землі.

У Сонячній системі, серед небесних тіл земної групи, Земля має, очевидно, інтенсивне поле.

Визначено. Виміряно. Доведено. Увійшло в підручники. Однак досі лишається невідомим, якою мірою все те, що відрізняє нашу чудову планету від інших світів, пов'язане з цим явищем. Але ми знаємо й те, що все живе на Землі розвивалося в присутності магнітного поля, вік якого не менш як кілька мільярдів років.

Виявилося, наприклад, що в голуба (недаром живі організми мають високу чутливість до магнітного поля) воно вище, ніж у стандартних приладів — магнітометрів.

Літопис космічних досліджень свідчить, що 15 травня 1958 року, невдовзі після запуску третього радянського ШСЗ, академік С. П. Королев розмовляв із групою геофізиків. Говорячи про використання космічних апаратів для дослідження Землі і планет Сонячної системи, Сергій Павлович весь аж сів. Йому, як нікому іншому, було видно «зоряні перспективи». «Скоро ракети на хі-





мічних джерелах палива зможуть підняти апарати, здатні облетіти всю Сонячну систему...» — сказав на цій зустрічі своїм гостям учений.

Вони були вражені такими перспективами і впевненою академіка Корольова.

Його прогнози збулися. Космічні апарати доставили прилади на Венеру і Марс, Юпітер і Меркурій. На всіх цих апаратах, як ми знаємо, були магнітометри. Не став винятком і Місяць.

14 вересня 1959 року космічна станція «Луна-2» досягла поверхні Місяця. Під час зниження магнітометр станції виконував вимірювання до висоти 55 кілометрів від поверхні Місяця. Подібна робота провадилася і на першому в світі штучному супутнику Місяця — радянській автоматичній станції «Луна-10».

Єдиний постійний супутник нашої планети Місяць, як виявилось, обділений природою. Місяць не має ні загального магнітного поля, ні атмосфери, схожої на земну. Магнітний щит Землі й атмосфера надійно затуляють біосферу від космічних променів. Сонячний вітер на повну силу обдуває поверхню Місяця. В результаті звичайні елементи, скажімо залізо, набувають дивної властивості, про яку читач може дізнатися із повідомлення, опублікованого в одному з номерів «Сонячної газети» (її випуски подано в кінці книжки).

Правда, майбутнім дослідникам природного супутника Землі треба ще відповісти на запитання: чи не мав Місяць у минулому магнітного поля? Геофізична модель не виключає такої можливості.

Один з астрофізиків образно назвав магнітне поле порушником космічного спокою. У магнітних полях зосереджена лише незначна частина енергії Всесвіту, та саме вони несуть відповідальність за більшість космічних бур, що далеко не байдужі для атмосфери нашої планети.

*Відступ третій.* Він пов'язаний із незвичайною пожежею, що підняла по тривозі римські центурії, а також з іншими дивовижними, вражаючими, грандіозними і прегарними явищами природи, названими полярними саявами.

З певністю можна сказати, що з ними людина познайомилася за глибокої давнини. І хоч полярні саява переважно дітища високих широт — Арктики, в середніх і низьких широтах теж трапляється спостерігати це захоплююче явище. Правда, дуже рідко. Одного разу ста-

лося це за часів правління палика Августа, чім іменем названо восьмий місяць року, — імператора Тіберія (42 до н. е. — 37 н. е.).

...Ніч опустилася над Римом. Була та пізня година, коли навіть найвідчайдушніші гуляки поспішають у сучасні райони, що несуть димучі смолокипи, покинути спорожні вулиці. Густа темрява огорнула сонне місто. Лиш перегук вартових, які чи то підбадьорювали самих себе, чи то оповіщали чергових офіцерів про те, що вони пильно несуть службу, порушував нічну тишу.

Та раптом небо осяяли далекі червоні відблиски. Пожежа! Величезна пожежа в порту Остія у тирлі Тібуру! Підняті ревом труб солдати кваліфіковано покидали казарми і, зайнявши своє місце в центурії, спінним кроком прямували до палаючого порту, щоб допомогти остинським горюхам боротися з полум'ям. Та коли солдати прибули в Остію, то були вражені виглядом міста, що мирно спало. Ніякої пожежі тут не було й сліду. А небо на заході все палахтіло й палахтіло, немов заграва грандіозної пожежі.

Стародавні римляни спостерігали рідкісне для цих широт видовище — полярне саяво.

Відомості про сполохи — північні саява — стовпи, що тремтять, мерехтять то яскраво, то блідо, то виграють різноколірними, барвистими вогнями, збереглися в літописах.

Рік 919. Київська Русь: «Ся зими погоре небо й стали огненныє ходили от Руси до Греции».

Рік 1120. Київська земля: «В небе три дня подряд было точно зарево пожара с востока, и юга, и запада, и севера, и был такой свет всю ночь, как от полной луны».

Рік 1561. Новгород: «Столы сходились красные и синие, да на небеси, как вода, колебались долгие время...»

Такі ж явища спостерігалися і в наші дні. На Тіксі радянські геофізики вивчали цікаве явище — береговий ефект. Це дугоподібні форми саяв, що повторюють обрис берега моря.

На Північній Землі і на острові Врангеля спостерігав саява Георгій Олексійович Ушаков — всесвітньовідомий полярний дослідник.

Він писав: «Спершу виник блідий жовтий промінь, але невдовзі зник. Потім на блідо-синьому небі з'явилася вузьке кружало, наче хтось, розмахнувшись, із силою кинув у небо кружало серпантину. Розмотуючись і лишаючи за собою яскраво-жовту стрічку, воно вмиль-



достягло зеніту, зупинилося, ніби мимлючись справленим ефектом, полетіло далі і скоро все розматалося.

Понад півгодини стрічка тріпотіла в небі, потім почала бліднути і розділилася на п'ять частин, що нагадували легкі хмари. Дві хмарини зникли. А решта спалахнула новим вогнем. Здавалося, за кожного сховано по сонцю, і промені, пробиваючи товщу, вириваються і розгортаються блідими фосфоресцюючими віями. Хмари загортілися яскравіше, стулилися і знову витяглися у стрічку. Зі сходу піднялося ще кілька яскраво-жовтих променів. Години за півтори сійво поступово погасло».

Псевдопожежа в Остії переполонила тільки римські центурії, а через багато століть, 25 січня 1938 року, вже над усією Європою засяяв сполох.

Інформаційне агентство Ассошіейтед Пресс повідомляло: «Загарава змусила лондонців думати, що півміста охоплено пожежею. Пожежників Віндзорського замку підняли по тривозі й оголосили їм, що замок горить... В Австрії і Швейцарії пожежні команди виїхали гасити неіснуючу пожежу».

Полярні сійва — одне з чудес світу. І не одному поколінню вчених не давали спокою загадки сполохів.

Першим указав на електричну природу свічення Михайло Васильович Ломоносов. Наприкінці XIX — на початку XX століття норвезькі вчені висловили й розвинули ідею про сонячне походження частинок, що викликають полярне сійво.

Сучасній науці відомо, що частота появи, інтенсивність полярного сійва, особливо в середніх широтах, пов'язана з активністю Сонця.

Завісу над однією з таємниць природи нині трохи піднято. Магнітосферу не можна уявляти як щось застигле. Вона живе — змінює конфігурацію, накопичуючи в собі енергію, яку приносить сонячний вітер. Але до певних меж. Далі відбувається грандіозний процес скидання залишків енергії в магнітосферу. Гарячі частинки, електрони і протони високих енергій, що спрямовуються тисячолітніми лініями геомагнітного поля, гігантськими тиса-чокілометровими струменями вторгаються в іоносферу — верхні шари атмосфери, ніби пропадають її і стикаються з атомами газів, які складають зелений щит, викликають свічення.

Кольори полярних сійв визначаються хімічним складом верхніх шарів земної атмосфери. Загалом це вже ясно, та лишаються загадковими багато які деталі явища.

Основні види сійв класифіковані. Описано однорідні дуги або спіралеподібні смуги; промені і плями, що не мають певної форми; світну вуаль, яка вкриває часом більшу частину небозводу. Ці описи наведено в Міжнародному атласі полярних сійв (1963).

Звичайно, реальні явища важко так строго класифікувати, розкласти по полицях.

Ще 6 пак! Вони висять над полярними областями планети наче зеленуваті занавіски, ледь мерехтячи; іноді вони скручуються, іноді променяться. Нижній край їх знаходиться на висоті близько 100 кілометрів, а верхній — до 1500 кілометрів. Вони зміщуються на сотні кілометрів, «танцюючи» над просторами тундри. Іколи їхня яскравість за лічені хвилини збільшується в тисячу разів. У земних лабораторіях поки що важко створити надовгий час спокійну і достатньо гарячу плазму. Інша річ у навколосезонному просторі, де під час особливо сильних полярних сійв плазма розігрівається до дуже високих температур.

Відомості про одне з найграндіозніших явищ, яке спостерігається на Землі неозброєним оком, цікавлять не тільки астро- і геофізиків, а й спеціалістів із термоядерних установок. Чи не сховала тут природа ключі до керування термоядерних реакцій? Чи не вдається з їхньою допомогою запалити кероване Сонце на Землі?

## ЗАГАДКИ ТЕМНИХ ПЛЯМ

Антуан Арно — французький поет і драматург — жив на рубежі XVIII—XIX століть і писав свої трагедії в дусі класицизму.

Нині його ім'я відоме, мабуть, тільки історикам літератури і біографам Наполеона.

Збереглася цікава історія, яка свідчить про те, що Арно в житті був не лише дотепною, а й сміливою, незалежною, гордою людиною. Одного разу на якомусь прийомі Бонапарт звернувся до Арно з пропозицією: «Напишімо разом трагедію». На що була швидка відповідь: «З охотою, генерале, але спочатку складемо разом план воєнної кампанії».

XIX століття увійшло в життя Західної Європи під туркіт гармат і рушничні постріли численних кампаній, які особисто укладав Наполеон. Чим вони скінчилися, відомо..



І все ж, звичайно, не воєнні кампанії усталили століття. Вчені того часу, їхні сміливі ідеї розхитали найвніше уявлення про Всесвіт, історію Землі та розвиток життя на планеті, які існували з давнього-давня. Вони відкрили невідомі доти закони природи і заклали основи багатьох сучасних наук.

Рік 1812. З допомогою електричного струму розкладено воду. Зародилася електрохімія.

Рік 1820. Виявлено вплив електрики на магнітну стрілку.

Рік 1822. Відкрито термоелектрику.

Рік 1831. Відкрито електромагнітну індукцію, що стала основою електротехніки.

Рік 1833. Встановлено закони електролізу.

Цей список можна було б вести далі й далі. Фейерверк блискучих імен фізиків, хіміків, біологів, філософів і астрономів усталив XIX століття своїми науковими відкриттями.

До цього списку історики часом забувають уписати ім'я скромного аптекаря — подвижника науки, який, починаючи з 1826 року, щоденно, 43 роки підряд, спрямовував свій телескоп на Сонце.

«Ніч, вулиця, ліхтар, аптека». Цей рядок Блока зовсім не про німецьке місто Дессау, та міг бути й про нього.

...Масивний ліхтар, підвищений на короткому кронштейні, горить цілісінку ніч. До послуг аптекаря люди звертаються в будь-який час доби. Ліхтар освітлює скромну вивіску «Самуель Генріх Швабе» і дві, вже добре зачовгані, кам'яні сходинки ганку.

Важкі двері із врізаним у них невеличким віконцем, щоб уночі можна було розгледіти відвідувача, відчиняються всередину зали, переділеної на дві половини широкою стойкою. За нею на всю висоту — засклені шафи з аптекарським начинням: різноколірними мензурками, колбами, мармуровими, порцеляновими, фаянсовими і керамічними ступками різного калібру. В них готують мазі, подрібнюють, розтирають, змішують лікарські речовини. Тут же мікроскопи і пісочні годинники. На стойці й під нею вишикувалися прес для штампування таблеток і траворізка, дробилки і ручні млинки, ціле сімейство вагів і апарат для приготування газової води.

Тут, за стойкою, найчастіше можна застати помічника гер Швабе, а сам аптекар...

Та не будемо розпускати пліток. Адже ми прийшли сюди у справі. Хоча, з другого боку, які ж це плітки, ко-

ли майже все місто тільки й говорить, що про дивацтва гер Швабе.

Спитайте кого завгодно у Дессау, що найбільше на світі цінують його мешканці, і вони, звичайно ж, скажуть: добропорядність. Власне, що це таке? О, у городян, як зрештою і в їхніх сусідів із будь-якого добропорядного німецького міста XIX століття, необхідні складові поняття слова «добро» — це шматок власної землі, власний будинок і сім'я. Одне слово, все, що потрібне для поваги.

Але буває, що, обговорюючи поведінку гер аптекаря, до речі, велими добропорядного чоловіка, його сусід дивно стене плечима або прикладає пальцями. Ці жести повинні, мабуть, означати певне збентеження, що його відчувують у розмові. З одного боку, гер аптекар чоловік такий, якого шанують у місті, а от із другого... бачте, дивацтва, дивацтва.

Ну навіщо, скажіть на милість, добропорядному чоловікові, який закінчив університет у Берліні й повернувся в Дессау, щоб стати аптекарем, увесь час віддавати спостереженням Сонця? Це ж треба придумати — на власні гроші виписати аж із самого Мюнхена телескоп і щодня скрупульозно й педантично замальовувати місцезнаходження сонячних плям. І так цілих сорок три роки!

Правда, починаючи в 1826 році спостереження Сонця, Самуель Генріх Швабе (1789—1875) ставив перед собою трохи іншу мету: він хотів знайти передбачувану планету всередині орбіти Меркурія. Швабе гадав, що це тіло рано чи пізно мусить бути виявлене в момент проходження по диску Сонця, і тому старанно реєстрував розташування плям на сонячному диску.

Так було відкрито закон періодичності появи сонячних плям.

### Ремінісценція перша

«Ви написали й надрукували в своєму розумному творі, як сказав мені Герасимов, що нібито на найвеличнішому світлі, на Сонці, є чорні плямочки. Цього не може бути, тому що цього не може бути ніколи».

(А. П. Чехов. Лист до вченого сусіда)

Перше повідомлення про передбачуваний десятилітній цикл плям Швабе зробив у 1843 році. Минувло майже двадцять літ відтоді, як було почато спостереження за сонячними плямами. От де справді в чому в чому, а в



терпінні й послідовності Швабе ніяк не відмовиш. На жаль, повідомлення аптекаря і астронома-любителя повернуло мало уваги.

Та гер Швабе не вдавався у відчай і не обізвався, а терпеливо вів далі спостереження. І йому було віддано! Сам Александр Гумбольдт (1769—1859)—географ, ботанік, мандрівник, кліматолог (перелік його інтересів відібрав би цілий аркуш) у третьому тому своєї праці «Космос» опублікував таблицю Швабе. Вона являла собою статистичну обробку спостережень, починаючи з 1826 року.

Відкриття Швабе незабаром дістало підтвердження швейцарського астронома Рудольфа Вольфа (1816—1893). Він дослідив усі записи спостереження сонячних плям від часів Галілея. Вольф і сам протягом півстоліття з дня на день, із року в рік займався статистикою сонячних плям.

У 1852 році Вольф установив середню тривалість періодичності плям в 11,11 року та існування зв'язку між цією періодичністю і коливаннями магнітного поля Землі.

Звісно, Сонце не годинник, заведений рівно на одиннадцятирічний період. Детальні дослідження, які проводилися не одне десятиліття, показали, що такої строгої періодичності не існує.

Активність Сонця змінюється з невеликими відхиленнями від середньої тривалості циклу. Проміжки часу між максимумами в середньому складають близько 11 років. Ось чому ці цикли й називають одинадцятирічними циклами сонячної активності.

Вона цікавить не тільки астрономів.

Звичайно, за браком місця автор опустив величезний історичний період, у якому у всіх народів Землі поступово накопичувалися відомості про Сонце і сонячні плями. А такі факти знає наука, бо плями на Сонці були виявлені понад дві тисячі років тому. Ранні записи про сонячні плями є в літописах Японії і Кореї, в китайських хроніках, у літописах часів Київської Русі.

Опустивши цей чималий історичний матеріал, звернемося до наших днів, щоб з'ясувати, чому загадки сонячних плям і сьогодні приваблюють астрофізиків. Вся річ у тому, що від «поведінки» плям залежить хід багатьох і багатьох геофізичних та біологічних процесів на Землі. На «поведінку» сонячних плям «відгукуються» атмосфера, гідросфера і літосфера планети. На них чуйно реагує біосфера.





Спробуємо віділити те, що ми чули про природу сонячних плям, їхній вплив на нашу планету та її біосферу, від того, що встановлено достовірно або потребує ретельної наукової перевірки.

Нашу інформацію ми рознесемо по картках — розкладом, як у бібліотеці, в три каталожні шухлядки і на кожній наклеїмо ярлики з описом усього, що там є.

На першій: «Фольклор».

Все, що там буде, відповідатиме відомій приказці: «На Сонці стукне — на Землі грюкне».

На другій шухлядці наклеїмо ярлик: «Факти». «Відомості, підтверджені наукою».

На третій: «Гіпотези». «Явища, які чекають свого пояснення».

До речі, навіть по тому, як вони заповнюватимуться, ці шухлядки будуть не рівноцінними. У першій картки стоятимуть густо-густо, і «Фольклор» ледве вмістить їх. Чималою вийде картотека з ярликом «Гіпотези». «Явища, які чекають свого пояснення». Найменше виявиться надходжень у другу шухлядку, на якій наклеєно: «Факти». «Відомості, підтверджені наукою».

### Ремінісценція друга

«А ці плями на сонці, що не кажіть, неабищо, — вставив Швейк. — Одного разу виїздила така пляма, і мене того ж самого дня віддубасили в Нуслах «У Банзетів». Відтоді тільки-но я кудись збирався, то завжди наперед шукав у газетах, чи не виїздила знов якась пляма... Коли вулкан Мон-Пелле знищив цілий острів Мартініку, один професор писав у «Народній політиці», що вже давно звертав увагу читачів на велику пляму на сонці. Та вона, ця «Народна політика», вчасно не дійшла на цей острів, і тому вони всі там і накрилися».

(Я. Гашек. Пригоди бравого вояки Швейка)

«Факти». «Відомості, підтверджені наукою»  
(матеріали з каталожної шухлядки)

Сонячні плями — найвиразніше видимі велетенські збурення плазми. Вони «проявляються» як відносно холодні ділянки поверхні денної зірки. Температура цих ділянок на 1500—2000 градусів нижча за температуру

довколишнього середовища. Тому вони здаються спостерігачеві темними.

Плями іноді видно й без телескопа, їх можна розгледіти неозброєним оком через задимлене скло. Число й розміри плям, а вони коливаються від тисячі до десятків тисяч кілометрів, служать найхарактернішим показником активності світила.

Сонячні плями спостерігаються тільки в певних широтних зонах, які астрономи поетично назвали корольовськими широтами. Вони простягаються від 5 до 40° широти по обидва боки від сонячного екватора. Переважна більшість плям займає ще вужчу зону від 8 до 30° широти. Рекордно високу широту появи плями 52° було зафіксовано 13 серпня 1953 року.

За один сонячний цикл спостерігається близько 3000 груп плям із порівняно коротким часом життя груп. Більшість плям у середньому живе від 1 до 10 діб і лише 0,01% плям — від 1 до 3 місяців.

Встановлено, що всі сонячні плями мають сильні магнітні поля.

Плями — один із найголовніших показників змін сонячної активності. Земля відкликається на голос Сонця. Сплахають полярні сніга, уривається радіозв'язок.

З сонячними плямами, очевидно, пов'язане одне з найкрасивіших і найживописніших явищ на Сонці — протуберанці.

Протуберанці схожі тільки на... самих себе і не нагадують жодного іншого явища на Сонці. Їх не можна віднести повністю до якого-небудь із сонячних шарів. Розрізняють вибухові, або еруптивні, і спокійні протуберанці.

Назвати спокійним фонтан сонячної речовини завдовжки в кілька сотень тисяч кілометрів, відповідної висоти і ширини — на таке зважиться не кожен. Мабуть, тільки астрофізик, що звик мати справу з грандіозними явищами у Всесвіті, без вагань скаже так про одне із найбільш вражаючих явищ на Сонці. А втім, спокійний, звісно, програв у порівнянні з вибуховим протуберанцем. Відомий випадок, коли один із них піднявся на величезну, навіть за космічними масштабами, висоту — 1 700 000 кілометрів.

Середня тривалість життя спокійного плазмового фонтана, а вони стійкі, — кілька місяців.

Учені вважають, що рухом речовини в протуберанцях керує магнітне поле, а самі вони, пов'язані з сонячними



плямами, дотримуючись магнітних силових ліній, набувають різних форм: то стають схожими на гігантську світну арку, то на дуги чи петлі. У класифікації протуберанців перелічені й такі форми: дощ, пагорб, живопліт, дерево, торнадо, фонтан.

Типова температура протуберанця досить низька, звичайно, в сонячних масштабах. Вона не перевищує 6—8 тисяч градусів.

*«Гіпотези». «Явища, які чекають свого пояснення»  
(матеріали з каталожної шухлядки)*

Нині вже загальноприйнятою є думка про те, що важлива, якщо не визначальна, роль в утворенні циклічної активності і плям і самого Сонця належить магнітному полю. За однією поширеною гіпотезою, формування 11-річного циклу пов'язане з періодичним збільшенням напруженості магнітного поля в окремих областях денної зірки.

Це явище відбувається внаслідок різних швидкостей обертання приполярних і екваторіальних частин Сонця та безладних, турбулентних рухів плазми в конвективній зоні.

Є й інша гіпотеза, в якій основна роль відводиться конвективній зоні на широтах від  $-35^\circ$  до  $+35^\circ$ . А сонячна активність являє собою періодичний процес, що повторюється кожні 11 років, у результаті якого вивільнюється накопичувана магнітна енергія.

Поки що це тільки гіпотеза. Природа циклічної діяльності нам досі не відома, і тому загальноприйнятої теорії сонячної активності досі нема. Об'єктивною причиною таких труднощів є та обставина, що механізм циклічної діяльності Сонця криється у глибоких надрах зірки, які недоступні для спостереження. Вчені ось уже близько двохсот років терпеливо накопичують факти, вивчають закономірності сонячної активності.

Чи завжди існувала циклічність сонячної активності? Чи не було перебоїв у прямоутворювальній діяльності?

Наприкінці минулого століття вчені звернули увагу на практичну відсутність повідомлень про спостереження сонячних плям протягом 70-літнього періоду, аж до 1700 року. Згодом було уточнено цей період «пригніченості» сонячної активності: «1645—1715 роки (мінімум Маундера). Другий передбачуваний період «пригнічен-

ня» сонячної активності відноситься до 1450—1550 років (мінімум Шперера).

Інтерес до цих повідомлень поновився в наш час, і дослідники розглянули всі доступні матеріали, щоб детальніше з'ясувати поведінку Сонця в ці два мінімуми. Не лише спостереження сонячних плям, а й реєстрація полярних сьйв, а також вивчення вмісту радіовуглецю  $C^{14}$  у річних кільцях дерев не суперечать гіпотезі про значне зниження активності Сонця під час мінімумів Маундера і Шперера. Очевидно, в певні епохи активність Сонця стає такою малою, що 11-річні цикли ледве виражені.

Чим викликані тривалі періоди зниження активності Сонця?

Досі ми розглядали явища сонячної активності, що відбуваються порівняно поволі. Є, однак, сильні збурення, які мають вибуховий характер, унаслідок чого на Сонці за час від кількох хвилин до кількох годин вивільнюється велика енергія. Такі процеси зветься сонячними спалахами.

При дуже сильному спалаху може вивільнитися до  $10^{32}$  ергів. Це еквівалентно вибухові двох мільярдів (!) водневих бомб.

Спалахи відбуваються найчастіше поблизу сонячних плям в областях, де магнітні поля різко міняють свою напруженість і мають нестійку конфігурацію. Через розвиток нестійкості, під дією сил магнітного тиску, може сильно (в сотні й тисячі разів) стискатися плазма й підвищуватися її температура (детальнішу розповідь про сонячні спалахи читач знайде у наступному підрозділі).

«Загадки, п о ш у к и, докази, пафос відкриттів — усе це може скласти захоплюючий сюжет незалежно від того, в якій галузі науки провадиться дослідження» — цими словами Іраклія Андронікова ми й хочемо закінчити розповідь про загадки темних плям.

Можливо, в тому й полягає краса і принадність науки, що не вичерпується джерело загадок, які ставить природа. І ті з них, які не розгадані, лишаються на долю тих, хто сьогодні сидить за шкільною партою або в студентській аудиторії і, вивчаючи основні закони природи, готує себе до штурму чи довготривалої облоги її ще не розгаданих таємниць.

Наука завжди в пошуку!



Так, сьогодні авіарейси на кілька годинних поясів по довготі і на десятки градусів по широті належать до ряду звичайних. Правда, лише півстоліття тому, коли на весь світ гриміли імена радянських льотчиків Валерія Павловича Чкалова, Георгія Пилиповича Байдукова, Олександра Васильовича Белякова та їхніх сподвижників, такі перельоти робили тільки окремі, найпідготовленіші екіпажі.

Останнім часом із впровадженням космічної техніки стають звичними орбітальні польоти людини. Нині в них беруть участь ті, хто пройшов суворий медичний відбір і нелегку систему тренування. Та вже недалеко день, коли приємний голос стюардеси запропонує пасажирам, що летять рейсом Земля—Місяць—Марс, зручніше вмотистися у протиперевантажувальних кріслах, пристебнути пояси, увімкнути індивідуальні противібраційні пристрої.

Старт!

Політ іде нормально і раптом...

— За прогнозом під час польоту на відрізок маршруту Місяць—Марс очікується посилення сонячної активності!

А тим часом букводрукуюча приставка бортової ЕОМ, що опрацювала дані прогнозу, відстукала характеристики можливого спалаху на Сонці. Командир космічного лайнера обрав рішення: посилити електромагнітний захист корабля і видати пасажирам протирадіаційні таблетки.

— Пробач, любий, спитати тебе хочу, але давай спочатку познайомимося. Все-таки шлях у нас не близький — до Марса. Мене звати Ніко Царцідзе. Я за освітою філолог, фахівець із баскської мови. Знаєш, вона близька до кавказьких мов. Зате в техніці я нічого не тямлю. І в медицині теж. Бо не хворів ніколи, розумієш? Може, змалечку тільки. Навіщо ж таблетки пропонують?

— О, ми з тобою тезки! Я теж Микола. Микола Харченко. Шлях у нас і справді не близький. Давай приймемо таблетки, а потім я все поясню. Але почну свою розповідь із подій, які відбувалися дуже давно.

...Друга світова війна почалася 1 вересня 1939 року. На початку воєнних дій Гітлер планував висадити десант і окупувати Великобританію.

Віроломно напавши на нашу країну 22 червня 1941 року, фашистські війська уже в перші дні боїв стали зазнавати відчутних втрат у живій силі і техніці. Темпи наступу танкових колон — ударної сили гітлерівської армії — виявилися далекими від намічених біснуетим фюрером.

Надії на блискавичну війну проти Радянського Союзу не тільки не виправдалися, а й примусили Гітлера змінити первісні плани кампанії на Західному фронті, а згодом, у 1942 році, і взагалі відмовитися від самої ідеї висадження на островах. Основні сили фашистської армії було кинуто на радянсько-німецький фронт.

Відмовившись, як він думав тимчасово, від висадження у Великобританії, Гітлер наказав посилити бомбардування англійських міст. Щодня армії німецьких літаків рвалися до Лондона. Вся британська протиповітряна оборона була націлена на те, щоб перекрити бомбардувальникам із чорними хрестами на фюзеляжі доступ до столиці Великобританії.

26 лютого 1942 року на екранах радіолокаторів, які вже довели своє значення в системі ППО, несподівано з'явилися надзвичайно сильні радіоперешкоди. Що це? Нова хитрість фашистів, що намагалися «осліпити» радари? Та ні, ворожі літаки не налетіли. Можливо, диверсія? Контррозвідку Великобританії було піднято на ноги. Сам сер Уїнстон Черчилль, тодішній прем'єр-міністр Англії, вимагав якнайшвидше все розслідувати і спіймати лазутчиків. І коли військові доповіли йому про результати розслідування, прем'єр відразу не повірив і наказав викликати в кабінет свого радника з питань науки.

Черчіллю доповіли, що у всьому винувата денна зірка.

Так, справді, виявилось, що винуватцем перешкод було Сонце. 26 лютого на його диску спостерігалася велика пляма, стався спалах, і «відгук» його через 150 мільйонів кілометрів космічного простору долетів до Землі, розладнавши радари.

Спалах на Сонці — грандіозне явище, коли з надр денної зірки викидається речовина масою в кілька мільярдів тонн із швидкістю 1500 кілометрів у секунду. Майже до 40-х років нашого століття спалахи зараховували до числа цікавих сонячних явищ, які не мають, здавалося б, ніякого практичного впливу на справи земні. А втім, деякі факти, що суперечили цьому, вже були відомі, та



над ними якось не задумувалися, не пробували осмислити, пов'язати один з одним.

...Кінець XIX століття. Велика електротехнічна виставка в Нью-Йорку. Всі присутні, в тому числі почесні гості, серед яких вирізняється сам Едісон, застигли в чеканні. Уперше в світі звідси, з виставки, буде відправлено в кругосвітню подорож телеграму. Вона повинна обійти довкола світу і знову повернутися до Нью-Йорка. На годиннику 8. 40 ранку.

Журналісти гарячково переписують текст телеграми. Старт дано! Телеграма вирушає у кругосвітку. Проминули томливі 62 хвилини. О 9.45, обігнувши земну кулю, телеграма повернулася на виставку.

Однак подібний успіх не завжди сприяв телеграфу. Так, у 1882 році електричний телеграф на певний час, без видимої на те причини, вийшов з ладу.

Вчені згадали про цей факт і пов'язали його з перешкодами, що виявилися в англійських радіолокаційних пристроях.

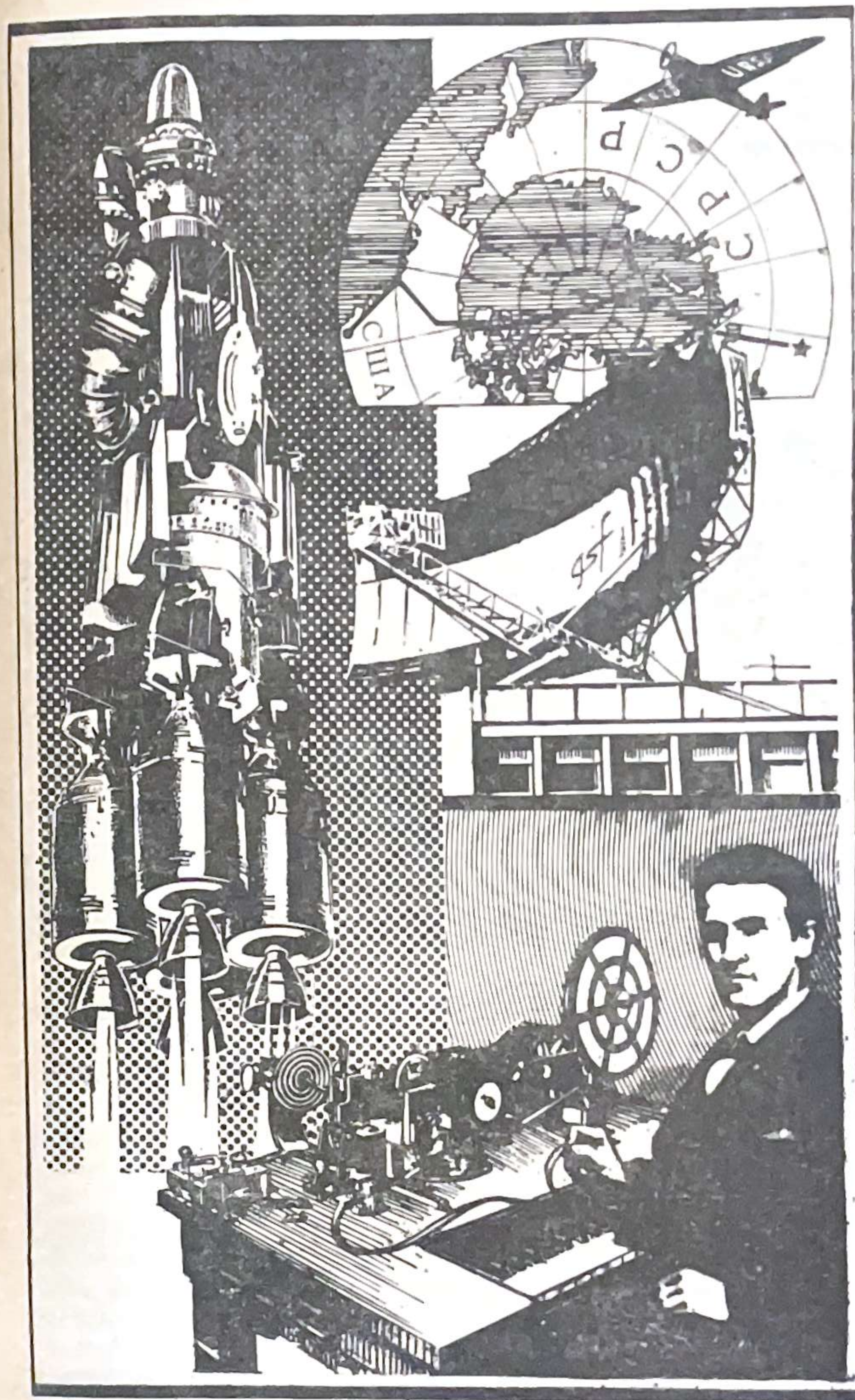
— Послухай, дорогий Миколо! Напевно, ці спалахи і є найсправжніми порушниками спокою?

— Ти, Ніко, хоч і далекий від техніки чоловік, але фізику в школі вчив і в моїй розповіді вловив самісіньку суть.

Сонячні спалахи, як правило, з'являються в області сильних магнітних полів, носіями яких є темні плями на диску світила. В нормально розвинутій групі плям є два магнітних центри, відстань між якими досягає 100—150 тисяч кілометрів. Та іноді обидва магнітних центри розміщені поряд. У таких групах плям спостерігається надзвичайно висока активність.

Під час спалаху набагато зростає ультрафіолетове, рентгенівське і корпускулярне випромінювання. Вони досягають Землі, викликають зміни в її верхній атмосфері, впливають на поширення радіохвиль, знижують видимість локаторів. Інколи створюють на телефонних і телеграфних мережах таку високу напругу, що обладнання станцій і комутаторів повністю виходить із ладу. Відбуваються зміни у довколишньому космічному просторі планети. Деякі найпотужніші спалахи породжують космічні промені.

Потік космічних променів, що виникають під час великих сонячних спалахів, несе серйозну загрозу космонавтам і космічним мандрівникам, коли, звичайно, не вжити відповідних захисних заходів. Напевно, їх уже





вжив командир нашого рейсового космольота, а крім того, він запропонував нам для більшої безпеки прийняти спеціальні таблетки.

— Спасибі, Миколо! Тепер і для мене багато що прояснилося. Але скажи мені, як командир космічного корабля дізнався про черговий спалах на Сонці?

— Розумієш, Ніко, для вивчення спалахів ще в середині XX століття було створено спеціальну міжнародну службу, яка цілодобово стежить за активністю Сонця. Астрономи скористалися тією обставиною, що в різних пунктах планети схід Сонця спостерігається в різний час доби (за всесвітнім часом), і для патрулювання спалахів розподілили між собою період спостереження.

Служба Сонця в XX столітті і зараз, через десятиліття, не лише реєструє початок спалаху. Вона інформує про нього диспетчерські пункти земних і проміжних космодромів. Про спалахи повідомляють командирам пасажирських і транспортних ракетопланів. Про них дізнаються медики і гірники місячних рудників.

Служба Сонця і фіксує спалахи, і прогнозує ймовірність їхньої появи.

Наче на підтвердження розповіді Миколи Харченка з динаміка, вмонтованого у протиперевантажувальне крісло, в якому сидів новий друг українського вченого — філолог із Тбілісі Ніко Царцідзе, долинуло:

— Увага! За даними Служби Сонця на денній зірці все спокійно. На найближчі п'ять діб посилення сонячної активності не передбачається.

## Розділ другий

# УВЕСЬ СВІТ ЦІКАВИТЬСЯ ПОГОДОЮ

## АТМОСФЕРНИЙ ЩИТ ПЛАНЕТИ

Професор Х'юїтт винайшов часотрон, за допомогою якого можна було подорожувати в минуле і майбутнє. Жив професор у напіврозвалені будинку з перекошеними одвірками й віконними рамами. Розвалився б геть і будинок, і сама машина, яку на останні гроші склав Х'юїтт, і канув би вчений у небуття в «процвітаючій» Америці, звідкіля б його не дістав ніякий часотрон, якби Х'юїтта не знайшов один пронозливий кінорежисер. Правда, зробив він це не заради науки, а для власного розквіту. Кінорежисер зумів майже що силою затигти до професора багатого кінопромисловця і вмовив його вкласти гроші у створення картини «Вікінг Колумб», яку й було знято... в минулому. «Фантастична сага» — так назвав свою повість письменник Гаррі Гаррісон.

А поки що повернемося до того моменту, коли обидва підприємці уперше знайомляться з часотроном: «Х'юїтт увімкнув рубильник, електричний струм через трансформатор, що стояв у кутку, пішов до машини, рев динамо перетворився на пронизливий виск. Лампи на контрольній панелі сліпуче замигтіли, і повітря наповнилося різким запахом озону».

Власне, так під час роботи з електричною машиною в 1785 році й було вперше виявлено озон. Правда, наприкінці XVIII століття цей газ ще не дістав свого імені, а запах, що нагадував часничний, приписали особливій «електричній матерії», яка мала сильні окислювальні властивості.

Аж через 55 років, у 1840-му, озон було названо озоном («озо» — «пахну»). Молекула озону, на відміну від кисню, складається не з двох, а з трьох атомів —  $O_3$ . У незначних концентраціях газ додає свіжості повітрю, яка відчувається після грози. Тоді ми кажемо, що чуємо себе бадьоріше і нам легше дихається. Але вже при вмісті озону в повітрі у співвідношенні 1 : 1 000 000 газ впливає гнітюче, відчувається втома і головний біль.



В атмосфері, особливо біля поверхні Землі, міститься дуже мало озону. Якби ми могли зібрати його весь при нормальному тиску і температурі  $0^{\circ}\text{C}$ , то він утворив би над поверхнею планети шар завтовшки близько трьох міліметрів! Його кількість трохи зростає із збільшенням висоти. В усій атмосфері озону майже 4 мільярди тонн. Основна маса газу міститься в озоносфері на висоті 25—30 кілометрів. Тут він утворюється під дією ультрафіолетових променів Сонця (з довжиною хвилі  $1,85 \times 10^{-7}$  метрів). Промені розбивають окремі молекули кисню на атоми. Атоми знаходять молекули, що не розпалися, і сполучаються з ними — так Сонце створює  $\text{O}_3$ , та воно ж саме і руйнує його.

Здавалося б, озоносфера має рости й рости, але надто багато озону в ній не накопичується. Ультрафіолетові промені Сонця з більш довгими хвилями ( $2-3,2 \times 10^{-7}$  метрів) розбивають молекули озону.

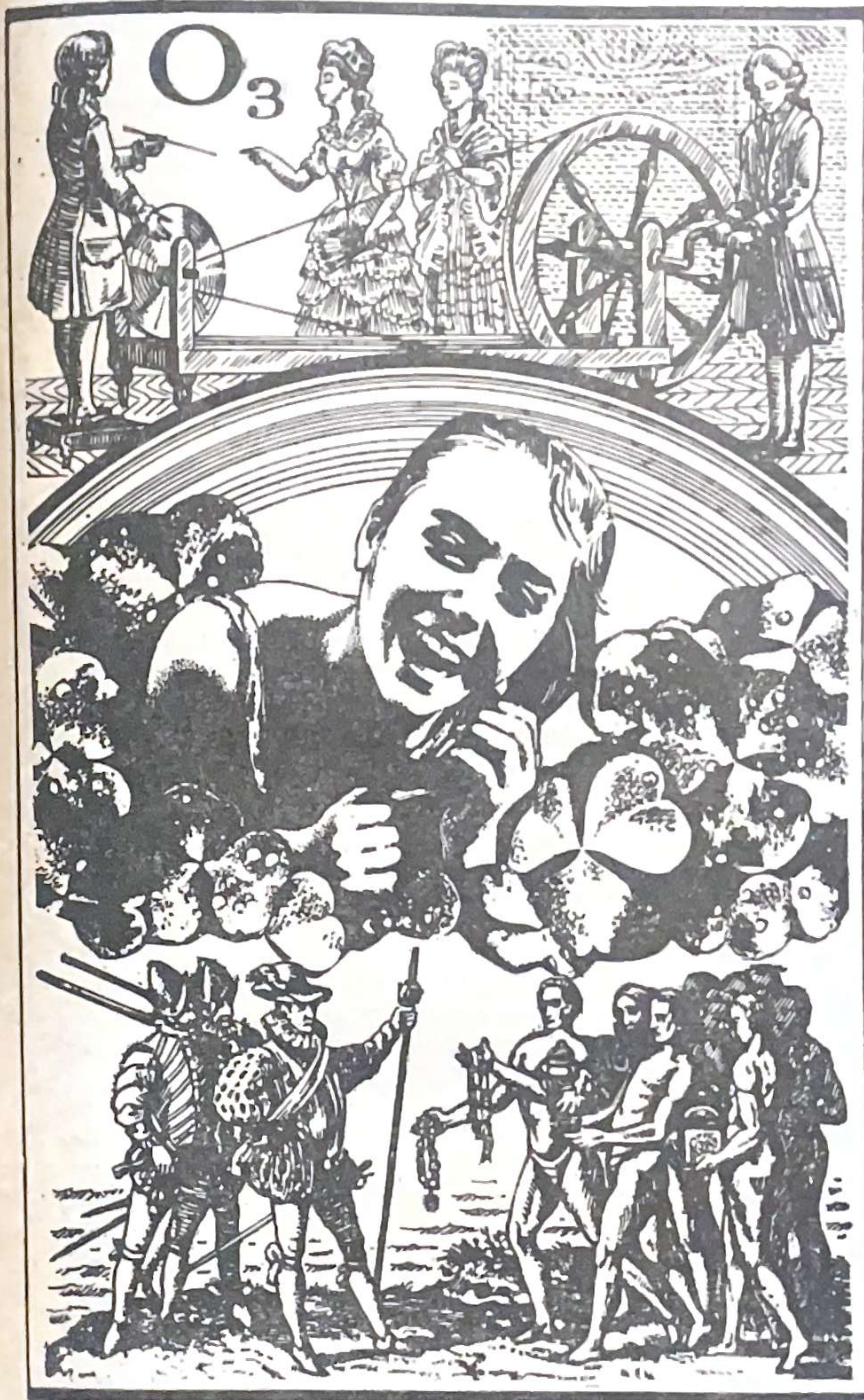
В озоносфері встановлюється рівновага між процесами утворення і розпаду газу. Озон не пропускає згорі вниз частину ультрафіолетових сонячних променів, згубних для живих організмів. Озоносфера, гідро- і атмосфера поглинають інфрачервоне (теплове) випромінювання Землі, що йде знизу вгору, і, наче плівка в теплицях, оберігають її від охолодження.

Правда, можливі катастрофічні явища в природі, наприклад, потужне виверження вулкана, падіння надто великого метеорита, що здатні порушити цілісність озоносфери.

Чи відновиться атмосферний щит планети? Судячи з усього, хвилюватися землянам не слід. Падіння Тунгуського метеорита в 1908 році було ретельно і всебічно проаналізоване нещодавно групою вчених. За їхніми розрахунками, під час вибуху метеорита на висоті 6—9 кілометрів у атмосфері утворилася велика кількість окису азоту. Озон руйнується в ході ланцюгової реакції, в якій окис азоту відіграє роль каталізатора. Одна молекула  $\text{NO}$  може зруйнувати десятки тисяч молекул озону.

Інтенсивне руйнування йде доти, доки окису азоту з верхом. Якщо воно триває кілька місяців, то за цей час окис азоту може зруйнувати десятки мільйонів тонн озону.

Вимірювання, проведені в 1909—1911 роках у Каліфорнії, зафіксували спад вмісту озону в атмосфері влітку 1909 року. В подальші роки він змінився поступовим підвищенням вмісту газу.





Повітряну оболонку нашої планети можна порівняти із заготовкою, що перебуває між молотом — космосом і ковадлом — Землею, її ґрунтом, літо-, кріо- і гідросферами. Зверху діє основне джерело енергії атмосфери — сонячне випромінювання, яке постійно йде до Землі. В роки спокійного Сонця легко, наче підручні молотобійця Геліоса, постукує воно по повітряній оболонці. Зате під час сонячних спалахів по ній важким молотом б'є вже сам Геліос.

Маса повітряної оболонки приблизно дорівнює  $5,27 \times 10^{18}$  кілограмів. Сліди атмосфери виявлено автоматичними станціями на висоті понад 20 тисяч кілометрів, а вони можуть бути й вище — на висоті 60—100 тисяч. Проте основна частина атмосфери знаходиться у порівняно тонкому приземному шарі.

Перемістимося із захмарних висот до поверхні планети. Тут у межах нижніх десяти кілометрів зосереджено, напевно, три чверті маси атмосфери. У цій частині повітряної оболонки не спостерігається сильних коливань у її хімічному складі. Він практично постійний: 78 процентів азоту, 21 — кисню і майже один процент інертних газів, переважно аргону. Названо об'ємні концентрації складових частин атмосфери.

Цей природний екран захищає життя від ультрафіолетового випромінювання, він дав життю змогу розселитися по всій планеті.

## ПОГОДА ЦІКАВИТЬ УСІХ

Нема на планеті моря, на дні якого не лежали б жертви морських катастроф. Не виняток і Чорне море. Воно зберігає у своїх глибинах давньогрецькі й генуезькі кораблі, турецькі судна й запорізькі чайки, фрегати, що плавали під Андріївським стягом, і перші пароплави.

Одні пустили на дно пірати, інші затонули від зіткнення, наскочили на підводне каміння, не витримали ударів штормових хвиль. Лежать під водою розламані й покручені корпуси військових кораблів і торгових суден, збудованих уже в наш вік. Вони — жертви першої і другої світової воєн. Правда, ще не існує карти Чорного моря, де були б помічені місця загибелі всіх вітрильників, пароплавів і теплоходів. Проте деякі райони моря, в яких затонули ці судна, відомі досить точно.

Сталося це багато років тому, під час Кримської вій-

ни. Чорне небо, чорна збурена вода, чорні гори, що прикривають вхід у довгу, звивисту, вузькогорлу Балаклавську бухту, — такою постала вона перед екіпажами англійської ескадри у листопадову ніч 1854 року. Жорстока буря промчала над Чорним морем, потопивши чимало кораблів. Рятуючись від неї, англійська ескадра намагалася сховатись у бухті. Однак їй завадили сильні хвилі, що з гарматним гуркотом налітали на стрімчасті скелі. Понад тридцять кораблів, які брали участь у Кримській війні, розбилося в ту ніч.

Під балаклавськими скелями затонув серед інших і гвинтовий пароплав «Принц», що вийшов у своє перше плавання. Легенда про золото, яке нібито віз для сплати військам цей пароплав, більш відомий в історії корабельних катастроф, як «Чорний принц», довгі роки не давала спокою шукачам морських скарбів. Та це — окрема історія.

14 листопада 1854 року в Чорному морі загинув і ряд французьких кораблів, які входили до об'єднаної англо-французької ескадри, що викликало чимало чуток у країні. Уряд забажав з'ясувати, чи не можна було передбачити появу урагану і попередити про його маршрут ескадру. Розслідування було доручене славетному астрономові Урбену-Жану-Жозефу Левер'є (1811—1877), який кількома роками раніше, як то кажуть, на кінчику пера — з допомогою обчислень — відкрив восьму планету Сонячної системи, названу Нептуном. Це відкриття завдало остаточного удару по псевдонаукових теоріях і підтвердило справедливість теорії Коперника.

Левер'є, на той час він був директором Паризької обсерваторії, людина відома й авторитетна в науковому світі, запросив у астрономів та метеорологів ряду країн відомості про погоду за 12—16 листопада. На запит надійшло 250 відповідей. За ними Левер'є заднім числом простежив рух урагану із Середземного моря в Чорне. Астроном відповів урядові, що появу урагану над Балаклавою, в принципі, можна було передбачити. Для цього необхідно регулярно збирати відомості про погоду на великих територіях і за ними складати карти погоди. Що, власне, і зробив сам Левер'є 19 лютого 1855 року, подавши Французькій Академії наук карту погоди того ж дня. Цю дату й можна вважати днем народження Служби погоди.

У нашій країні Службу погоди було створено 1872 року.

З чого ми починаємо свій день? З погляду за вікно:



сонячно чи похмуро надворі, спокійне листя чи вітер гойдає гілля дерев, опустився чи піднявся спиртовий стовпчик зовнішнього термометра. Вмикаємо радіоприймач, і в одній із перших ранкових передач звучить зведення і прогноз погоди. Погода цікавить усіх!

І це не пуста цікавість. Правда, одна річ перебігти під дощем двісті — триста метрів, що відділяють твій дім від школи або районної бібліотеки, чи розв'язати нескладне питання: вирушити під дощем у кіно чи краще лишитися вдома і ввімкнути телевізор. Інша річ, коли стихія втручається у труд льотчиків і моряків, агрономів і монтажників, лісників і мисливців.

Іноді доводиться відкладати вильоти літаків, міняти курс кораблів, рятувати сади й виноградники від заморозків, зупиняти через сильний вітер роботу монтажних кранів, боротися з лісовими пожежами, викликаними блискавкою, терміново шукати схованки від раптового бурану. А є ще й грізніші вісники занаднілої стихії — урагани і тайфуни. Сила, що криється в них, — величезна і руйнівна. І захиститися від неї поки що не можна. Але можна попередити про тайфун.

Погода цікавить усіх! Усі погодні зміни підкоряються строгим законам природи. Однак вони мають дуже складну залежність. Не завжди ще піддаються обліку, навіть із допомогою електронно-лічильної апаратури. Досить точний прогноз складається на один—п'ять днів. Гірша справа з довготривалим, та й часом так різко відрізняються прогнози погоди від того, що підносить сама природа.

Буває ж так: щойно диктор передав, що сьогодні не очікується осадів, а за вікном — злива. Надто багато причин впливають на погоду.

Та найголовніший диригент погоди — Сонце! Ось лише один приклад. Водяна пара, як писав хтось із метеорологів, — це основне «пальне атмосфери», що забезпечує увесь рух атмосфери, включаючи вітри.

Найбільший виробник пари — Сонце. П'яту частину своєї енергії воно витрачає на опріснення солоних вод океанів і протягом року випаровує над ними понад 300 тисяч кубічних кілометрів вологи. Цей об'єм води можна порівняти з об'ємом Чорного моря (492,6 тисячі кубічних кілометрів). Правда ж, вражаючий «паровий котел» наша атмосфера! До речі, об'єм випарованої води в десять разів більший, ніж за той самий час несуть її всі річки Землі.

Скажіть уголос: 301, 302, 303... Було відлічено три секунди. Ряд чисел можна було б вести далі. Будь-якої цієї миті, у кожний даний момент в атмосфері міститься в переводі на рідину 13,8 тисяч кубічних кілометрів пароподібної води.

Якби вона вилилася дощем водночас над усією сушею, то земна поверхня вкрилася б шаром води завтовшки лише 2,5—2,7 сантиметра. Отже, «всесвітній дощ» не зміг би стати причиною всесвітнього потопу, легенди про який скоріш за все пов'язані з підвищенням і зниженням рівня Світового океану, що періодично відбувалися у природі. Під час наступу і відступу моря окремі прибережні райони могли, звичайно, опинитися під водою.

Рівень океану не раз підвищувався і знижувався. Очевидно, існує певний взаємозв'язок із активністю Сонця.

Крім слідів, які залишили ці коливання в геологічному літопису планети, останні з них, мабуть, уже відбувалися на пам'яті людей, викликавши появу в різних кінцях Землі в цілому схожих легенд про всесвітній потоп. Певно, вони народилися у прибережних народів, що випробували на собі наступ і відступ моря, а потім, рухаючись у глиб континентів, занесли їх далеко від берегів океану.

Легенди дбайливо берегли в пам'яті старійшини, передаючи їх своїм нащадкам.

## ЦЕЙ НЕПОСИДЮЩИЙ МАЛЮК

Розорення й голод приходять на береги кількох латиноамериканських держав разом із загибеллю невеликих табунних риб із надзвичайно великим ротом.

Великий рот нікого не лякає, бо, на відміну від іншої південноамериканської риби, відомої своєю кровожерністю, — піраньї, перуанські анчоуси живляться переважно фітопланктоном — мікроскопічними водоростями. Анчоуси плавають із широко відкритим ротом, захоплюючи і відфільтровуючи на зябрових тичинках свою мікророздобич. Це риби-домувальники і далеко від берегів не зустрічаються.

До родини анчоусових належить понад сто видів риб, у тому числі й наші чорноморський та азовський анчоуси, або хамса. Проте найбільшої чисельності й біомаси, і не тільки серед решти 99 видів анчоусів, а й серед риб



узагалі, досягає перуанський анчоус. Це наймасовіша риба з усіх, що водяться на нашій планеті.

Біля берегів Перу й Північного Чілі природа створила для них ідеальні умови існування, і ця холодолюбна риба збирається в гігантські живі скопища, які клубочаться в товщі води. Над узбережжям цих країн із незвичайною силою, наче під водою працює потужний насос, піднімаються до поверхні глибинні води, багаті на поживні речовини — на солі азоту, фосфор, кремній. Океанологи називають таке явище апвеллінгом. Розвивається величезна кількість фітопланктону — їжі анчоуса.

Нечисленні й харчові конкуренти риби. Річ у тому, що прибережні поверхневі води помітно охолоджені порівняно з районами відкритого океану, а холодна вода не до смаку теплолюбним хижим риbam. Та це не рятує анчоусів від незліченних ворогів, які нападають на них із... повітря. Рибоїдні птахи — баклани, олуші, пелікани, чайки, що мільйонними зграями гніздяться на берегах Перу й Чілі і особливо на прибережних островах, на 90 відсотків харчуються анчоусами.

Гуано, або послід, від кількох мільйонів птахів — чудове добриво, і його поклади розробляють землерийною технікою. Гуано складає значну частину перуанського експорту. Ось уже майже півстоліття на узбережжі щороку добувають близько 130 тисяч тонн пташиних добрив.

Чималі улови й у тамтешніх рибалок, які великими сітями оточують рибні косяки і доправляють мільйони анчоусів на берег.

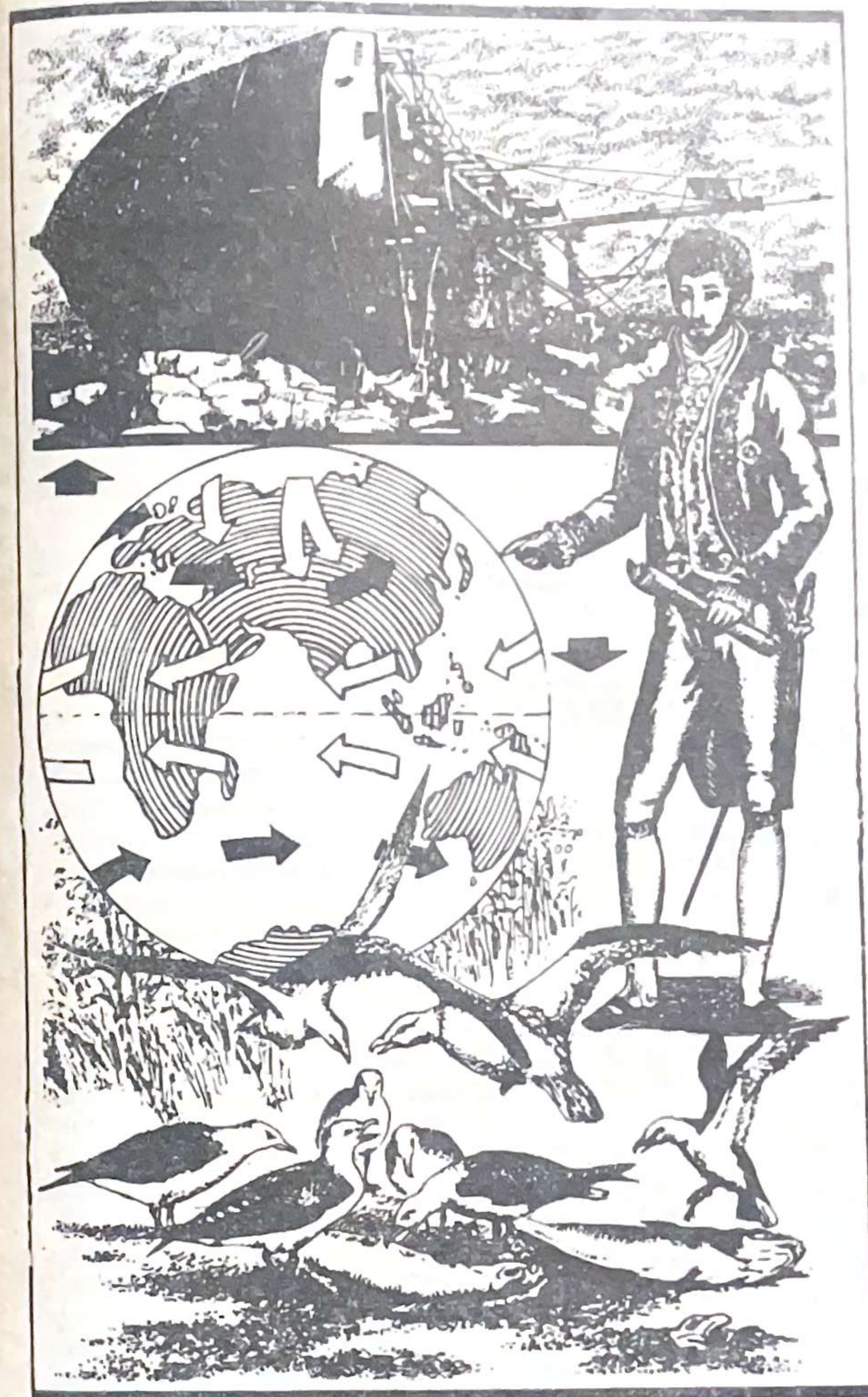
Природа відлічила анчоусу недовгий вік життя, який рідко перевищує три роки. За цей час у холодній Перуанській течії, як правило, не спостерігається помітних змін температури, що позначилися б на кількості риби, уловах і заробітках рибалок.

Та ось минає близько 9 років, період, за який змінюються два-три покоління анчоусів, і настає зміна в житті моря, відома під назвою «Ель-Ніньо», а з нею на мешканців узбережжя звалюються численні біди.

Ель-Ніньо — загадкова пульсуюча океанська течія із цілком невинною назвою, що по-нашому перекладається як «Дитина», «Малюк».

Простежимо за маршрутом цієї течії.

Ель-Ніньо рухається уздовж берегів Колумбії та Екватору на південь до зустрічі з холодною Перуанською





течією. У звичайні роки Ель-Ніньо північніше екватора повертає у відкритий океан і не впливає на клімат узбережжя Перу й Чілі. Тут задає тон холодна Перуанська течія, в якій і розвивається холодолюбна риба анчоус.

Але в певні роки Ель-Ніньо несподівано посилюється і, проникаючи далеко за екватор, відтісняє Перуанську течію. На узбережжі гуляє вітер. Зливи змивають ґрунт, затоплюють посіви і поселення.

Ось це катастрофічне явище і назване скорочено «Ель-Ніньо» від імені течії.

А що ж у цей час відбувається в морі?

Теплі води із заходу гонять на тисячі миль назад до південноамериканського узбережжя. Теплий шар заважає підніматися на поверхню моря вздовж узбережжя холодним глибинним водам, багатим на поживні речовини. Впливу в морі зазнає все живе — від перших до останніх ланок харчового ланцюга.

Порушується лад у світі анчоусів. Разом із теплою водою підходять до узбережжя незвичні для тутешніх місць мешканці моря: тунець, дельфін, манта і молот-риба. Для багатьох із них анчоус — жадана здобич, і вони пожирають величезну кількість риби.

Але найбільшу загрозу для популяції становлять не хижаки, а зміна гідрологічних характеристик: зниження швидкості прибережної течії, що рухається з півночі; спад або навіть припинення звичайного апвелінгу. Менше надходить поживних речовин із глибини до поверхні і, як наслідок, стає менше фіто- й зоопланктонних організмів. Крім того, підвищення температури води погано переноситься анчоусом. Навіть якщо все це і спричиняє скорочення риби, вона вже не утворює великих косяків і розсіюється у прибережних водах. Птахи гинуть від голоду або летять геть, покидаючи свої місця гніздування.

Є думка про те, що поведінка Ель-Ніньо пов'язана з діяльністю Сонця, підкоряється циклам сонячної активності. І, як у будь-якому природному явищі, зв'язок цей виявляється не прямо за приказкою: на Сонці стукне — на Землі грюкне. Причиною виникнення явища Ель-Ніньо та інших аналогічних процесів для морських течій, наприклад, служить зміна напрямку вітрів. Слабшають постійні пасатні південно-східні вітри або вітер дме із заходу — і океанські течії міняють напрям.

А чий син Вітер? Відповідь одна: Вітер — син Сонця і підкоряється командам денної зірки. А далі все відбувається так, як писав поет Леонід Мартинов: «Стає

на екваторі жарко, теплішає течій вода. І в Арктику, і в Антарктику струмують потоки тепла».

У розвитку Ель-Ніньо підмічено одну цікаву «особливість». «Малюку», як правило, передують падіння атмосферного тиску на Таїті і на острові Пасхи, його зміни в Австралії та Індонезії.

*Уривок із біографії астронома Моріса Семеновича  
Ейгенсона (1906—1962)*

Народився в Дніпропетровську. Учився в Ленінградському університеті, а згодом викладав у ньому, поєднуючи педагогічну роботу із спостереженнями в Пулковській обсерваторії. Тут же протягом 13 років завідував відділом Служби Сонця. З 1953 по 1959 рік Моріс Семенович Ейгенсон — директор Львівської обсерваторії.

Весною 1962 року як кореспондент одного з московських журналів Ейгенсона відвідав письменник Олександр Олександрович Гангус. Зустріч відбулася у Львові.

Згадує О. Гангус: «Моріс Семенович розповів мені тоді про геліогеофізику. Тобто про ту геофізику, яка вивчає зв'язок земних процесів із сонячними. Учений вразив мене своєю захопленістю. Можливо, він надто захоплювався, пов'язуючи із Сонцем геть усі природні цикли Землі, — і зледеніння, й гороутворення, і землетруси. Він приголомшив мене буянням майже фантастичних ідей, під які, однак, він завжди готовий був підвести строгий науковий базис.

Мені довго не вдавалося переварити в собі все це, щоб написати статтю. Я хотів зустрітися з Ейгенсоном ще раз. Але траурна рамка в одному з наукових журналів сповістила мене, що це вже неможливо...

Ось як, на думку Ейгенсона, працюють «світів приводні паси», як сонячна активність діє на земну погоду через порожнечу міжпланетного простору.

Хмари заряджених частинок, що мчать до Землі після спалахів, перевиті до того ж шматками сонячного магнітного поля. Підлітаючи до нашої планети з величезною швидкістю, фронт цього потоку підминає земну магнітосферу, збуджує електричне небо планети, іоносферу, розбурхуючи в ній вітри, бурі, приводячи в дію «колеса» циркуляції. І от уся система цих коліс, що ніби зчеплені, рухає, нарешті, найнижчі колеса — циклони, торнадо, тайфуни.

Збудження передається не тільки гідросфері, воно не



лишає байдужою і літосферу планети. А от як? Механізм цього явища не у всьому ясний, і ще багато чого належить узнати геліогеофізікам.

Передбачається, що так само, як і в випадку з Ель-Ніньо, у моменти вторгнення сонячної матерії в іоносферу Землі різко зростає різниця в атмосферному тиску на різних широтах. Посилюються вітри меридіонального напрямку і загальна циркуляція атмосфери».

## ЗЕМНЕ ДЗЕРКАЛО СОНЦЯ

Згадаймо пригоди Тома Сойєра і дівчинки Беккі в печері під час пікніка. В одному місці вони набрали на просторі печеру, де зі стелі звисало багато сталактитів, довгих і товстих, як людська нога. Том і Беккі обійшли її кругом, захоплюючись і охкаючи, і вийшли одним із безлічі бокових коридорів. Цим коридором вони невдовзі наблизилися до чудового джерела, викладеного, наче іній, кристалами. Це джерело було посередині печери, стіни якої підтримувало чимало фантастичних колон, які утворилися із сталактитів і сталагмітів, що злилися від постійного падіння води упродовж століть.

А далі, як пам'ятають читачі цього твору Марка Твена, Том і Беккі заблукали, зустрілись із страшним убивцею індіанцем Джо, щасливо уникли його і, нарешті, були знайдені своїми рідними і городянами, яких підняв по тривозі вірний Гек.

Сталактити — ці дивовижні утворення печер — сьогодні привертають увагу спеціалістів із сонячно-земних зв'язків.

Добре вивчено кальцитові сталактити ( $\text{CaCO}_3$ ) із печер ФРН. Середня товщина шару, який наростає на них щороку, дуже мала: 0,0144 міліметра. Швидкість росту близько 1 міліметра за 70 років, а загальний вік сталактита приблизно 12 000 років. На поперечному розрізі сталактита добре видно тонші і товщі зони, що наростали у водянисті періоди, які повторюються приблизно кожні 10—11 років.

Складний і багатогранний матеріал, зібраний ученими різних професій. Та в цій багатогранності простежується внутрішня єдність, зцементована гіпотезами і фактами про сонячно-земні зв'язки.

1965 року в працях Головної геофізичної обсерваторії було надруковано огляд С. І. Костіна, який розглянув

коливання клімату на Російській рівнині за 4000 років (!), користуючись даними про відкладення мулу на дні карельських і кримських озер. Товщина кожного наступного мулового відкладу залежить від річної кількості опадів. Середній проміжок між максимумом щорічних наростів мулу дорівнював 11,2—11,3 року. Отже, існує зв'язок між товщиною озерних відкладів і 11-річними циклами сонячної активності.

У гірських породах і на зрізах викопних окам'янілих дерев, у кристалах мінералів і в шарових товщах осадів Сонце лишило «записи», по яких можна прочитати історію еволюції Землі та її взаємодії з космосом; дію на неї космічних процесів, таких, як сонячна активність.

Ритмічний і масштабний, адже він охоплює всю планету Земля, характер сонячної активності досліджується з усіх боків. Акванавти шукають підтвердження цих ритмів у озерних відкладах мулів, палеонтологи — у викопних рештках стародавніх тварин і рослин, спелеологи — в соляних і карстових печерах. Виникли нові спеціальні розділи, що вивчають космічні ритми природи: косморитмологія, дендрохронологія, біоритмологія.

Нині до таких досліджень приєдналися і мінералоги. Вони ведуть пошук можливих форм фіксації в мінералах 11-річного циклу сонячної активності. Нещодавно опубліковано статтю доктора геолого-мінералогічних наук А. Г. Жабіна, яка так і називається: «Космічні процеси і мінералоутворення». Зміна сонячної активності, як гадають учені, могла відбитися в мінералах завдяки різній інтенсивності циркуляції поверхневих і ґрунтових вод (чергування посух і повеней), періодичного танення льодовиків або, навпаки, їхнього наступу.

Учені вважають, що впливи сонячної активності на літосферу здійснюються через атмосферу. Наприклад, перепад атмосферного тиску в околиці сейсмічно активної зони приводить до зміни сил, які діють у цьому районі на земну кору. Уявімо собі, що в такій вибуховій зоні за кілька годин, наче в арабській казці про джіннів-гігантів, було перенесено величавий Ельбрус масою  $10^{12}$  тонн. Думається, що навіть би джинам не минути лиха, якби під новим навантаженням здригнулася земля. Подібне діється і в літосфері, тільки запускають землетруси не джини, що пересувають гори, а активне Сонце, яке через атмосферу, натискаючи на цей своєрідний пусковий механізм, може й викликати землетрус.



З літосферними процесами тісно пов'язані виверження вулканів.

Статистики стверджують, що нині на нашій планеті є близько 500 діючих вулканів. Розміщені вони в різних зонах земної кулі. Є ще підводні вулкани, які далеко не всі враховані. 76 із них залічують до числа активних.

Навіть в Арктиці неспокійно.

Сталося виверження вулкана на безлюдному острові Беннета, що входить до групи островів Де-Лонга. Його зареєстрував штучний супутник Землі. Шлейф газоподібних викидів простягся на багато кілометрів над крижаними просторами Східно-Сибірського моря. Півстоліття тому академік Володимир Опанасович Обручев передбачив можливу активність підземних сил в Арктиці. Тепер його передбачення підтвердилося.

Вулканізм — грізне явище природи, яке завдає чимало лиха.

Радянський дослідник А. І. Абдурахманов вважає, що активна діяльність цих струсів планети пов'язана із сонячною активністю, а спалахи на Сонці служать своєрідним тригером, який будить заснулого Плутона. Про це ж пише азербайджанський академік Ш. А. Мехтієв. Він проаналізував діяльність 220 грязевих вулканів Азербайджану — третини всіх відомих на планеті та їхніх співбратів у інших районах світу.

Виявилося, що грязеві вулкани оживають і припиняють викиди майже водночас, а графік сонячної активності в основному збігається з їхньою вулканічною діяльністю.

### Розділ третій

## МИ — ДІТИ СОНЦЯ

### СОНЦЕ, МОЗОК, ІНТЕГРАЛ

1915 рік. Робочий стіл ученого, завалений книгами з екслібрисом, винесеним у назву цього підзаголовка, виписками, повідомленнями про спалахи холери і графіками сонячної активності. Яких закономірностей шукає він? І чи відкриє їх?

У ті далекі від нас двадцять роки Олександр Леонідович Чижевський (1897—1964) був, напевно, першим ученим, який повірив у реальність впливу на організм процесів, що відбуваються на Сонці. Багато хто з його сучасників був далекий від правильної оцінки внеску Чижевського в науку. Однак судження, які здавалися колись парадоксальними, сьогодні оформилися в науку геліобіологію — буквально «сонячну біологію».

Сам Чижевський так охарактеризував завдання своїх досліджень, які злили, охопили, узагальнили, здавалося б, надто далекі одну від одної науки — астрономію і біологію: «1. Визначити ступінь впливу сонячних пертурбацій на ті чи інші біологічні явища; 2. Одержати можливість передбачення чи прогнозу за достатньо довгий строк до їх настання; 3. Навчитися боротись із несприятливими впливами на організм сонячних пертурбацій і виробити способи реального захисту від них».

Так, він умів передбачати! Випускник Московського археологічного інституту, автор дисертації про російську лірику XVIII століття, знавець загальної історії, поет, художник і... знову студент одночасно двох факультетів Московського державного університету (фізико-математичного й медичного) Чижевський математично узагальнив і опрацював величезне число фактів. Він уперше застосував міжсистемно-циклічний підхід для прогнозування біологічних явищ, пов'язаних із сонячною активністю. Згодом цей підхід було покладено в основу міжсистемного методу прогнозування.

«Мета науки — прогноз» — ці слова належать Чижевському. Можливо, найяскравішим свідченням справедливості цих слів служать самі праці вченого.



У своїй книзі «Земне відлуння сонячних бур» (її було написано на замовлення паризького видавництва «Гіппократ» у 1936 році і вперше видано в нас у 1973 році) Чижевський оцінив строк майбутніх епідемій грипу на підставі прогнозу сонячної активності. Ця оцінка була зроблена в момент написання книги — за 37 (!) років до того, як вона вийшла у світ.

Про достоїнства книги можна писати й писати. Практично ніщо в ній не застаріло. Сьогодні, через стільки років, вона не втратила своєї актуальності. Ще більше, дістало підтвердження в наступних дослідженнях, тобто тільки нині, в епоху космічної ери, що можна просунути далі тих оцінок, які давав у книзі «Земне відлуння сонячних бур» Чижевський. Деякі думки і висновки вченого обігнали навіть і наш час — їх ще чекає своя «зоряна година».

Та, мабуть, найважливіша характерна риса книги в одній фразі, що належить не автору, а коментаторам: «Ці прогнози підтвердилися». (Мова йде про оцінку Чижевським строків епідемії грипу, які стосуються наших днів). При грипі з восьми прогностичних строків, указаних Чижевським, виправдалося сім!

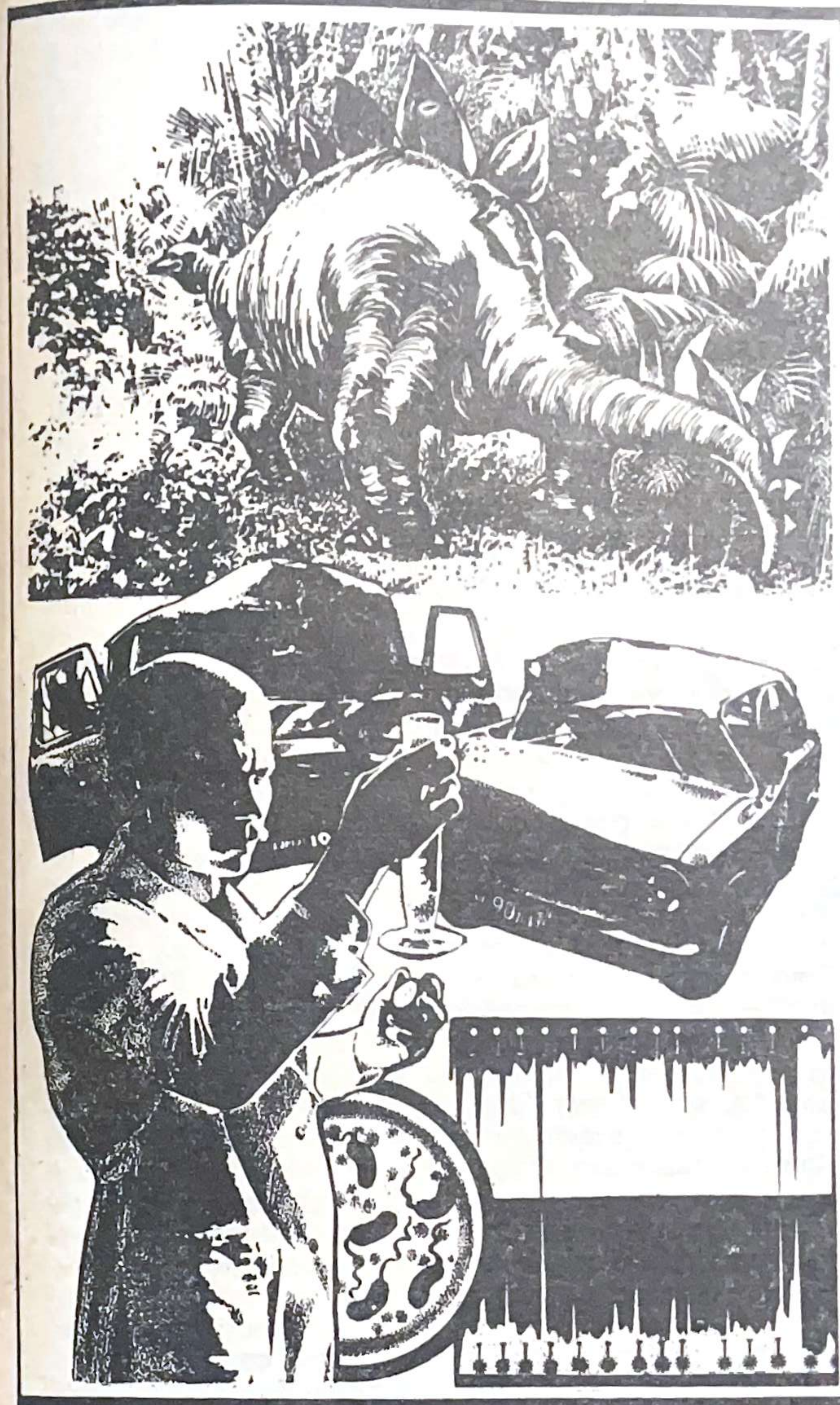
Чижевський ще 1930 року вказав, що у 1960—1962 роках слід чекати посилення епідемічного процесу холери, і справді, в 1961 році ситуація по холері змінилася. Вібріон Ель Тор, «прописаний» до того на острові Сулавесі, вийшов за його межі. До речі, до того він узагалі не належав до справжніх збудників холери. А тут виявив свою агресивність.

Його появу було зафіксовано і в деяких районах нашої країни, зокрема в Одесі, у 1970 році.

І тут треба сказати ще про одну сторону вияву сонячно-земних зв'язків, сторону, яка пояснює спалахи «злісності» у мікробів. Ось ця наукова прозорливість, уміння знаходити тлумачення явищам, що стоять далеко одне від одного, відмовитися від трактування «випадкових збігів» і наполегливо шукати між ними взаємозв'язок дали змогу Чижевському разом із Сергієм Тимофійовичем Вельхвером (1885—1942), як то кажуть, спіймати Сонце на гарячому.

У 1934 році пошта доставила Чижевському лист із Казані, написав його лікар-бактеріолог Вельхвер, директор бактеріологічної лабораторії при інфекційній лікарні.

З листа С. Т. Вельхвера О. Л. Чижевському: «Ка-





зань, 14 червня 1934 р. Вельмишановний професоре! З 1926 року я веду систематичні бактеріологічні спостереження над дифтерією. Наша лікарня має чимале дифтерійне відділення. Матеріал із дифтерії за минулі роки накопичився у нас величезний. Опрацьовуючи його, я дійшов багатьох висновків, які мене вразили. У Вашій інтерпретації дифтерії як епідемії є два моменти: дзеркальність і запізнювання дифтерійного максимуму у порівнянні із сонячним максимумом. Ваш принцип дзеркальності, одержаний статистично, зовсім несподівано підтвердився у мене під мікроскопом».

Із спогадів О. Л. Чижевського: «Лікар Вельховер у своїх листах від 28 червня та 8 липня 1936 року повідомляв мені, що на підставі великих статистичних матеріалів ним було зроблено такий висновок: частота періодів «великих факторів» відповідає відносним числам сонячних плям, а довжина цих періодів — площам протуберанців. А оскільки на підставі математичних викладок є можливість по ходу «великих факторів», тобто по росту і забарвленню бактерій, передбачати хід того самого явища на найближчі місяці і навіть роки, то не тільки мікробіологи чи епідеміологи, а й астрономи і космонавти повинні зацікавитися цими явищами. І дозвольте пофантазувати: можливо, недалеко той час, коли астрофізичні явища на Сонці ми будемо передбачати, вивчаючи у мікроскоп мінливість мікроорганізмів. Уже й нині для нас на підставі наших особистих статистичних і лабораторних робіт цілком ясно, що криві епідеміологічні й мікробіологічні відбивають або, точніше, випереджають криві геліофізичні. Це стає зрозумілим, коли ми згадаємо, що вогнища збурень виникають спершу в глибині Сонця — ні око астронома, ні фотоплівка на них не реагують. Та корпускули чи короткохвильове випромінювання, яке вони викидають у світовий простір, зустрічають живу клітину бактерій або нервовий апарат людини і тварини і негайно впливають на нього. І аж через певний час вогнища збурення з'являються на поверхні Сонця й стають доступними для візуального спостереження і фотографування. Отже, нема нічого неймовірного в тому, що мікробіологічний препарат невдовзі стане найчутливішим астрономічним приладом, який передбачатиме деякі фізичні процеси на Сонці і вже ж, звичайно, точніше за всякий фізичний прилад!»

Назвали це «ефектом Чижевського—Вельховера».

У 1962 році Чижевський готував свою книгу «Земне

відлуння сонячних бур» і до спогадів про Вельховера зробив примітку: «Зі смертю видатного мікробіолога С. Т. Вельховера поглиблення цих робіт припинене. Але тепер точка зору на дослідження такого роду змінилася: тепер це потрібне для практики життя, потрібне для здійснення польоту космічних кораблів, потрібне для розширення й поглиблення вчення К. Е. Ціолковського».

Переказувати книги Чижевського «Земне відлуння сонячних бур», «Усе життя», «У ритмі Сонця» (у співавторстві з Юлією Григорівною Шишиною) — завдання мені не до снаги. Вони написані так, що їх треба прочитати самому. Можу тільки засвідчити: почавши читати їх, уже не відірвешся ні для того, щоб подивитися по «телеку» черговий детектив із життя слідчого П., ні для того, щоб поганяти м'яча. Читатимеш доти, аж доки побачиш перед собою останній аркуш книги, на якому написано: «Зміст»...

Дві думки про Чижевського — людину і вченого.

На це запитання так відповів у 1982 році Генеральний конструктор, академік Олег Костянтинович Антонов: «Молодість — у горінні душі. Хіба не про це саме свідчить образ Олександра Леонідовича Чижевського, одного із засновників вітчизняної космічної біології? Біофізика, електрофізика, астрономія, географія, біологія багато в чому зобов'язані допитливій думці Чижевського. Водночас його вірші цінували Володимир Маяковський, Максиміліан Волошин. Олександр Леонідович чудово малював, а ще грав на роялі, скрипці».

Льотчик-космонавт СРСР Віталій Іванович Севастьянов: «Праці Чижевського мають основоположне значення. Їхня цінність зростає ще й тому, що, як правило, вони дістають вихід у практику. Праці вченого допомагають сьогодні в роботі і медикам, і ветеринарам, і астрономам, і космонавтам, і біологам, і прогнозистам.

Чижевський не був так званим кабінетним ученим, відірваним від пекучих життєвих проблем. Це був учений-патріот, учений-громадянин... Сама специфіка наукових пошуків приводила вченого до глобальних проблем».



На науковому з'їзді, який проходив в Інституті сонячно-земних зв'язків 12 червня 198... року, панувала невимущена атмосфера, і в конференц-залі порожнювали цілі ряди. Тема, порушена черговим доповідачем, цікавила небагатьох. Цього задушливого й спекотливого дня вони, стійко борючись із спокусою втекти на пляж, намагались зосередитися на формулах і слайдах, які то виписував доповідач, то демонстрував його асистент. Дехто, облюбивши в прохолодних коридорах широкі підвіконня, зручно вмотився на них, переглядаючи матеріали з'їзду або доводячи колезі із спорідненого інституту свою, правда, ще не визнану гіпотезу про Всесвіт, що розширюється. Інші, вперше опинившись у цьому університетському центрі, чесно попередивши керівника делегації, ішли блукати старовинними вулицями, оглядати визначні пам'ятки.

Так тривало і день, і два, і три... Мінялися доповідачі та їхні слухачі. Однак на четвертий день, напевно, навіть досвідчений детектив не знайшов би на вулицях і пляжах бодай одну людину із круглим значком на лацкані піджака чи на відвороті сорочки, на якому були зображені сонце, мозок, інтеграл — емблема з'їзду. До конференц-залу довелося позносити із сусідніх лабораторій усі стільці і навіть крісла з кабінету директора інституту і порозставляти їх у проходах. Тема чергової доповіді була животрепетною і стосувалася всіх... автолюбителів.

Свою доповідь доктор Райнов почав незвично. Він звернувся до аудиторії із запитанням: як поведуться водії-любители і професіонали в ожеледицю й туман? Зал не лишився байдужим до запитання, і Райнов почув чимало відповідей — від серйозних, що ґрунтувалися на теорії ймовірностей, до найжартівливіших, нічим не підкріплених, окрім зустрічі на дорозі з чорним котом. І астрофізики люблять пожартувати!

Вислухавши відповіді, доктор Райнов звернув увагу вченої аудиторії на те, що навіть в ожеледицю й туман кількість дорожньо-транспортних пригод не така велика, як після сонячних спалахів.

Причина в тому, що в першому випадку водії, як правило, стають дуже обережними, а в другому вони й не підозрюють, що зростає небезпека автопригод. У дні, коли порушується радіозв'язок на довгих хвилях, майже

в чотири рази подовжується час реакції водіїв на сигнал — дорожній знак, зустрічну машину, вогонь світлофора і, звичайно, зростає кількість пригод на дорогах. Порушення радіозв'язку відбувається з відомої астрофізики причини: внаслідок змін в іоносфері. А вони, у свою чергу, викликані «надплановим» ультрафіолетовим випромінюванням Сонця, яке мчить до Землі безпосередньо після сонячного спалаху.

Частка провини за збільшення пригод на дорогах падає і на магнітні бурі, що беззвучно бушують над планетою в середньому через два дні після того, як відбувся спалах і до Землі дійшли корпускулярні потоки від Сонця.

Наші дослідження, як кажуть будівельники, не почалися з нульового циклу. Вони зводилися на фундаменті, закладеному попередниками. І піонерами були радянські вчені. У 20-ті роки, коли академік Володимир Іванович Вернадський розробляв учення про біосферу, а Чижевський науково обґрунтовував вплив фізичних факторів космосу на все живе нашої планети, на Україні лікар-психіатр Григорій Іванович Маркелов, згодом академік АН УРСР, вивчав взаємозв'язок між метеорологічними явищами, сонячною активністю і станом психіки людини.

Перейду до практичних висновків, що впливають із спостережень.

— Нині в кабінах і салонах багатьох автомашин, — сказав на закінчення доповідач, — умонтовано радіоприймачі або встановлено портативні телевізори. По кілька разів на день повідомляють диктори погоду і попереджають водіїв про те, що на дорогах ожеледь чи туман і видимість упала до... Чому б так само не сповіщати водіям про те, що стався спалах на Сонці і найближчим часом можна очікувати магнітної бурі на Землі. Я пропоную піти далі, — мовив доктор Райнов, — і в роки підвищеної сонячної активності знизити для всіх категорій автотранспорту, крім, звичайно, спеціальних машин, що поспішають на пожежу чи до хворих, максимально дозволена швидкість руху на дорогах.

На кілька хвилин у залі залягла повна тиша, і чути було тільки, як шурхотять аркуші, що їх доповідач складав у папку, а потім...

Поважні доктори наук і навіть кілька академіків, мовби непосидючі хлопчики, які, почувши дзвоник на перерву, відразу ж починають сперечатися, не дочекав-



шисть, поки вчитель вийде з класу, заходилися гаряче обговорювати пропозицію доктора Райнова.

*Довідка.*

У 1952 році доктор Рейтер із Мюнхена зацікавився дорожніми катастрофами, що сталися в Баварії за 1950 рік. Він записав точний час 130 000 катастроф і, проаналізувавши їх, виявив збільшення нещасних випадків на 10 процентів у дні після сонячного вибуху.

Японський учений Ш. Масамура зібрав і проаналізував кількість усіх дорожніх пригод у десяти містах Японії за кожен день із 1 по 15 липня 1966 року. Він установив, що 7 липня 1966 року в десяти містах, розкиданих по країні, мало місце значне збільшення дорожніх пригод. І саме цього дня спостерігався сильний хромосферний спалах на Сонці й було зафіксовано зростання площі плям як у центральній зоні, так і на всьому диску Сонця.

Радянський лікар Володимир Павлович Десятов також відзначив, що в перші дні після спалаху на Сонці кількість автомобільних катастроф зросла майже в 4 рази у порівнянні зі «спокійним» періодом.

## РИЦАРІ-КАРЛИКИ І НАЩАДКИ-АКСЕЛЕРАТИ

Ми їхали в гості до велетнів. Так, так, не дивуйтеся — до велетнів рослинного світу. Вузька стежина зміїлася вздовж неглибокої річечки. Наш загін ось уже день мандрував Сахаліном, поповнюючи і без цього розбухлі гербарні папки.

Заколисані розміреною ходою потомлених коней і розморені опівденним сонцем, ми задрімали в сідлах. Несподівано стежина, якою рухався загін, кінчилася. Здивовані, ми стояли перед зеленою стіною. Вона виникла на нашому шляху ніби за велінням чарівника із доброї казки.

Стіна була зіткана з гігантських трав, що здіймалися над землею на три, а то й чотири метри. Знамениті зарості ведмежої дудки і сахалінської гречки. Одне з небагатьох місць у Радянському Союзі, де збереглися рослини-гіганти.

Один за одним пірнули ми в таємничий напівморок заростів, куди ледве проникали сонячні промені. Оточені величавими і крихкими рослинами, ми наче повернулися

в минуле нашої планети, коли її населяли гігантські рослини і тварини-велетні.

Уподобавши вологі й теплі ділянки біля підніжжя гір, куди потоки води нанесли піску і мулу, папоротники-гіганти розкрили могутні віяла свого листя на висоті сучасного десятиповерхового будинку. Деякі росли просто з мілких озер і боліт. Величезні поклади вугілля, які ось уже століттями добуває людина, були народжені безкраїми болотистими лісами. Та ліси ці були похмурі й одноманітні. Без яскравих квітів і пташиного співу. Росли в них тільки гриби та давні мешканці Землі скорпіони копошилися в холодку велетнів. І все-таки ці живі громадини вимерли. Вони загинули від льодовикового холоду, перетворившись на антрацит і буре вугілля.

Їм на зміну прийшли квіткові рослини, які з Азії проникли в Північну Америку, а звідти дісталися до Європи й Африки. На жаль, учені мало знають про їхніх предків. Дехто з палеоботаніків, що вивчають викопні рослини, вважає: предки квіткових уперше з'явилися в тропіках на континенті, який у результаті геологічної катастрофи пішов на дно океану. Якщо це так, то ми ніколи не знатимемо прапрародички звичайної нашої ромашки.

З дивовижною швидкістю квіткові завоювали світ. Збагатили його барвами. Темне одноманіття папоротникових лісів змінила соковита зелень лугів із барвистою мозаїкою квітів. Та більш суворий клімат, до якого пристосувалися квіткові, зменшив їхні розміри і змінив форму.

Загинули й динозаври — гіганти тваринного світу. Вони були сильніші за всіх і не мали гідних ворогів. З багатометрової висоти динозаври ліниво споглядали довколишній світ. Одна з гіпотез утверджує, що гіганти загинули від голоду. Древні рослини постійно збільшували вміст кисню в атмосфері. Хоч як це дивно, але горіння дров у грубці і згоряння їжі в організмі мають певну схожість. Чим більше кисню, тим енергійніше відбуваються ці процеси. Щоб підтримати горіння, треба постійно підкидати паливо: дрова у грубку або їжу в організм. Збільшення вмісту кисню в повітрі змушувало гігантських ящерів з'їдати набагато більше їжі, ніж раніше. Тієї їжі, яку динозаври поглинали за добу, тепер ледве вистачало на закуску. Гіганти вмирали від голоду.

Могутній розвій квіткових був не тільки перемогою



світу рослин. Квіткові створили атмосферу для бурхливого розвитку світу тварин, особливо птахів і ссавців.

Ці маленькі перші ссавці — звірки, яких динозавр міг роздушити одним кроком, очевидно, й довершили загибель гігантів. Звіркам прийшлися до смаку яйця, які відкладали ящери. Так припинив своє існування рід велетнів.

Правда, є й інші гіпотези, в тім числі космічні: вибух наднової зірки, падіння гігантського метеориту, зіткнення Землі з кометою, під час яких на планету звалилися потоки згубної радіації. Що ж, і це можливе. Сучасники динозаврів скорпіони збереглися до наших днів. Не так давно при експериментах у пустелі Сахарі з'ясувалося, що скорпіони витримують колосальну дозу радіації, смертельну для інших тварин.

Це просто дивовижно! Вкотре карлики тваринного світу виявилися надійніше влаштовані, аніж гіганти. Це й дало змогу скорпіонові пережити той критичний час, коли Земля опинилася беззахисною перед космічною радіацією. А велетні вимерли.

Довгий час учені сподівалися, що де-небудь у загубленому куточку Землі все-таки пощастить знайти якогось нащадка динозавра. Але ця мрія досі не здійснилася, хоч ні-ні, а із глухих закутків африканського континенту надходять незвичайні повідомлення, які, на жаль, згодом не підтверджуються матеріальними знахідками.

Та, може, в глибині Світового океану, куди до цього часу ще не проникла людина, під товщею води, яка може надійно сховати від космічних випромінювань, все-таки мешкають нащадки древніх велетнів?..

Людина стала людиною, бо мала місце під Сонцем. Упродовж своєї еволюції ми росли, бо у нас над головами сяяло Сонце. То вирости ми чи лишилися в середньому такого самого зросту, як і наші далекі пращури, наприклад середньовічні рицарі. А, до речі, які вони були на зріст? У нашій уяві ці любителі розв'язувати суперечки мечем і щитом, ці забіяки, для яких не було солодшої забави, аніж рицарські турніри, звичайно постають високими людьми, мало не гігантами. А чи було так насправді?

Група паризьких модельєрів вирішила взяти напрокат із музею сукні XVII—XVIII століття і вдягти їх на сучасних дівчат. Супроводжувати дівчат мали юнаки у справжніх рицарських обладунках. Як же були здивовані організатори свята, коли виявилось, що старовинні

сукні та рицарські кольчуги малі на наших сучасників.

Дивно, чи не так? Згадайте картину художника Васнецова «Богатирі». Які молодці зображені на ній!

Іншим разом учені запросили до історичного музею кількох москвичів — інженерів, учителів, юристів, що правда, непоганих спортсменів, і запропонували їм приміряти рицарські обладунки. Спорядження воїнів було замале для сучасної людини.

Отже, людина росте. Московські школярі за останні тридцять років стали вищі, ніж були їхні тата й мами в такому ж віці, «підросли» школярі з підмосковних сіл. Цікаві дані одержано при дослідженні фізичного розвитку інших народів Європи й Америки. Так, у січні 1966 року французький журнал «Сьянс е ві» опублікував дані про загальну тенденцію збільшення середнього зросту європейців. На підставі даних вимірювання зросту призовників установлено, що з 1880 по 1960 рік середній зріст голландців збільшився на 10,8 сантиметра (6,5%), норвежців — на 8,1 (4,7%), німців у Південній Німеччині — на 6,4 (3,8%), французів — на 4,6 (2,7%) і, нарешті, іспанців — на 2,4 сантиметра (1,4%).

Учені назвали збільшення зросту людини акселерацією. Акселерація — загадка XX століття. Чим же може бути викликаний прискорений ріст людей? Біологи, соціологи і медики називають багато причин: харчування, спорт, ліки і... величезна кількість радіо- і телевізійних станцій, які створюють довкола нас свій радіофон. Він, можливо, і є однією з важливих причин збільшення зросту людини.

А нещодавно з'явилося ще одне сміливе припущення. Закуті в метал середньовічні рицарі були недоступні дії сонячної радіації і радіофону Сонця, які стимулюють ріст усього живого. Тому вони залишалися низькорослими.

*Думка вченого.* Доктор медичних наук, професор Державного центрального інституту фізичної культури Б. А. Никитюк.

— Акселерація — прискорений розвиток дітей — зовсім не явище XX століття. Можна припускати, що вона періодично виникала упродовж історії людства. Але достовірних фактів, які дають змогу простежити її хід, ми не мали, бо не було регулярних медичних обстежень, що охоплюють велике число людей. Одне з перших таких обстежень провів у 1869 році англійський антропо-



лог Джеме Гент. І відразу ж виявив акселератів. З'ясувалося, що жителі Північної Америки стали вищі й худощавіші за своїх європейських предків. Та це явище недовговічне.

У європейських країнах більш чи менш достовірно можна вести мову про акселерацію, починаючи з другої половини століття. В нас у Радянському Союзі прискорений розвиток дітей було помічено в середині двадцятих років. Зріст хлопчиків-підлітків збільшився з 1925 року до наших днів на 17, а дівчаток — на 13 сантиметрів. На 17—18 кілограмів вони поважчали.

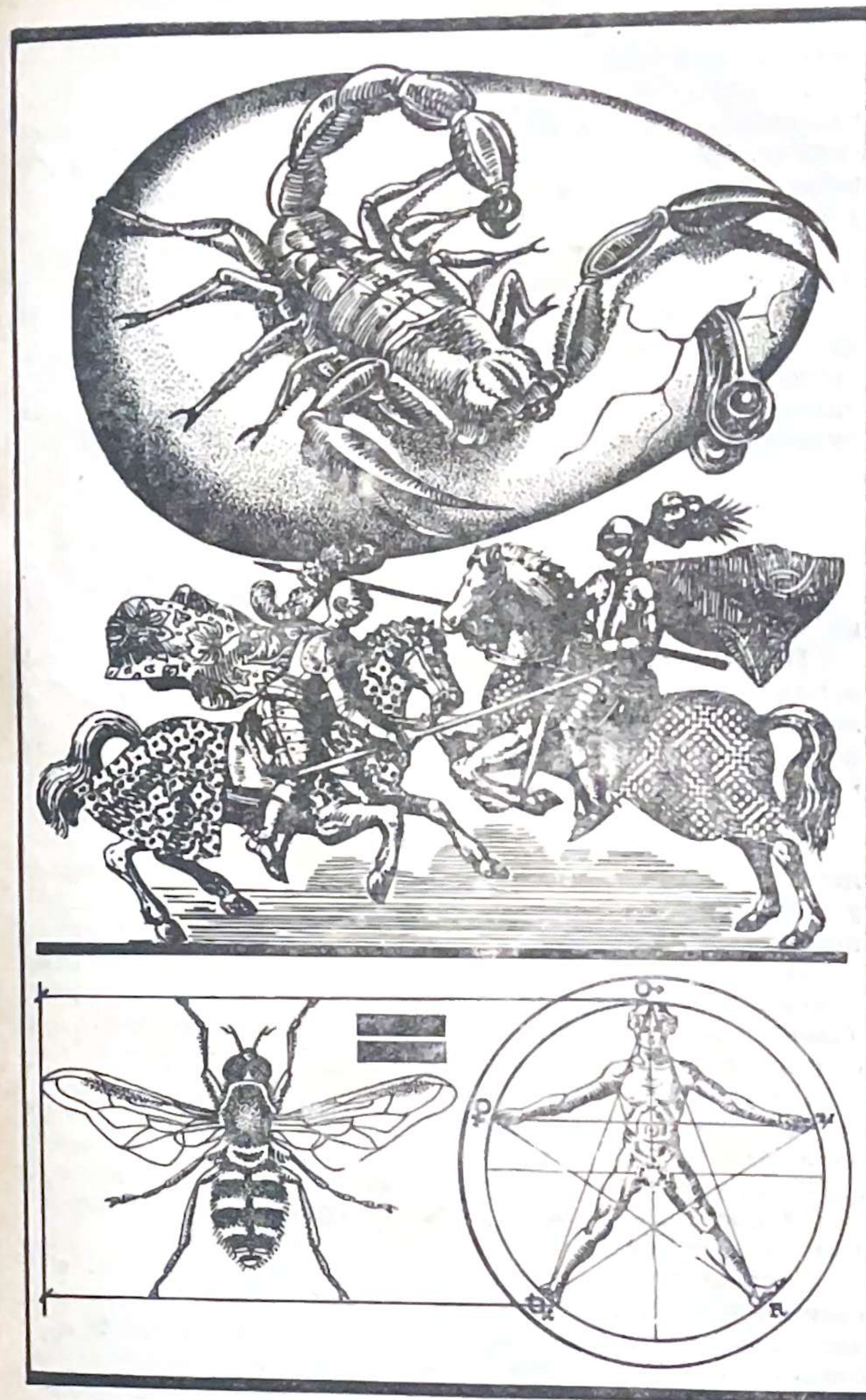
Але і цей процес не був рівномірний.

Є кілька пояснень причин недовговічності й нерівномірності акселерації, як, зрештою, і причин самого явища. Одна з них справді пов'язана із впливом Сонця. Так, так, наше славне світило впливає практично на всі процеси, що відбуваються в природі. І, звичайно, не може не визначати тою чи іншою мірою розвитку живих організмів.

Як відомо, сонячна активність міняється кожні 10—11 років. То чи не станемо ми з часом велетнями?

Іноді кажуть: от якби мураха була завбільшки як людина, вона змогла б переносити десятитонний вантаж. Насправді вона не змогла б носити навіть саму себе. Весь світ тварин і рослин з усім його багатством і розмаїттям підкоряється законам елементарної геометрії. Якщо подвоїти зріст тварини, то її площа збільшиться вчетверо, а вага зросте у вісім разів. Ось чому не можна з мухи зробити слона, а людина не може бути зростом ні як муха, ні як слон. Та виявляється, що людина у тваринному світі і так богатир. Відомий англійський учений-фантаст Артур Кларк так відповідає на питання «Чи може людина стати велетнем?»:

— Вся річ у тому, що людське тіло — найкращий витвір архітектури, який сконструйований природою так, що має найкращі характеристики при зрості 150—180 сантиметрів. Спробуйте подвоїти зріст, і ми станемо важити у вісім разів більше. А товщина ніг при цьому зросте в чотири рази. Щоб такий велет міг існувати, знадобиться не просто масштабне збільшення рук і ніг, а повна зміна конструкції людини. Та як ми бачимо з прикладів із динозавром, природа на таке збільшення не пішла. Велети не можуть швидко пристосовуватися до змін зовнішніх умов і приречені на загибель. Ось чому слон, напевно, має розміри майже граничні для сухо-





путної тварини. А збільшення зросту людини понад 2,5 метра було б уже недоцільним.

Але вернімося знову в зарості ведмежої дудки і сахалінської гречки. Завдяки поєднанню природно-кліматичних умов швидкість росту сахалінських рослин перевищує майже в п'ятдесят разів швидкість росту трав у більшості рослин.

Та, на жаль, ми поки що не знаємо точно причин гігантизму, не знаємо, як керувати ним. Учені припускають, що якісь умови, очевидно ґрунтово-кліматичні, не дають рослинам швидко старіти. Але поки це лише припущення. Ось чому вже багато років підряд щороку йдуть у похід по рослинній ботаніці. Вони хочуть, щоб чудеса природи давали людині добрі сходи.

## ВОСЬМА КАРА ЄГИПЕТСЬКА

Пасажирський літак ішов рейсом із Європи в Північну Америку.

Політ тривав нормально. Командир повітряного корабля зв'язався з диспетчерським пунктом аеродрому і дав відомості про своє місцезнаходження, підтвердив, що на борту все гаразд, що він летить точно за розкладом, і запросив дані на посадку.

Дозвіл було одержано.

У районі аеропорту було сонячно і ясно. Однак лівий пілот — командир повітряного лайнера, як і годиться у найвідповідальніші моменти, а до них належать зліт і посадка, взяв управління на себе. До посадочної смуги лишалось 120, 100, 60 метрів. Аж раптом, жахаючись, другий пілот побачив, що командир... солодко спить. Тільки енергійні дії другого пілота відвели біду від пасажирів і членів екіпажу.

Посадка минула благополучно!

А те, про що зараз піде мова, взагалі можна зарахувати до випадків унікальних в історії світової авіації. 1978 року реактивний лайнер пролетів над аеродромом Лос-Анджелеса і приземлився на автопілоті більш як за 160 кілометрів від нього. Весь екіпаж спав!

Сучасні літаки за лічені години перетинають кілька годинних поясів. Усього таких поясів 24 і, «обігнавши час», вилетівши з Москви, коли там сяяло сонце, й зробивши посадку в Хабаровську глибокої ночі, людина через короткий період опиняється в умовах, що відрізня-

ються від циклу дня і ночі, до якого організм пристосовувався. В результаті внутрішній біологічний годинник людини не збігається з астрономічним, визначуваним часом. Коли людина перелітає із Східної півкулі в Західну, їй хочеться спати вдень і працювати вночі, їсти у незвичний час.

За даними, у 78 процентів французьких льотчиків, які часто літають на великі відстані, настають порушення ритмів організму.

Різка зміна поясного часу позначається також на спортивних досягненнях, особливо якщо змагання відбуваються в перші дні після перельоту. Тривала добра підготовка іноді виявляється недостатньою, і найсильніші спортсмени раптом розчаровують своїх прихильників.

На думку фахівців, у різних людей період перебудови на новий ритм іде не однаково і в середньому триває від двох днів до двох тижнів.

Ми живемо за годинниками різних систем, у тому числі й за біологічним годинником нашого організму, орієнтуючись за вічним годинником — Сонцем.

Будь-який організм, навіть найпростіших одноклітинних, має біологічний годинник. Він виник у результаті природного відбору: в боротьбі за існування виживали тільки ті організми, які змогли пристосуватися до універсальних ритмів зовнішнього середовища.

Ще 1729 року французький астроном де Меран виявив, що рослини здатні відлічувати час — їхнє листя робить певні рухи протягом доби. Птахи, риби й комахи виробили в себе дивовижне відчуття часу. Вони можуть помилитися лише на кілька хвилин.

Англійський зоолог Вільям Біг розповідав таку історію про відчуття часу в ослів. На одній фермі осли припиняли роботу о 12.01 без сигналу і з справжньою осячачою впевненістю чинили опір будь-якій затримці або намаганням продовжити роботу. Рівно о 18.00 вони знову бралися до діла.

З настанням зими багато тварин мігрує в інші кліматичні зони або вкладається спати. Зимова сплячка допомагає їм пережити несприятливий період. Тварини надзвичайно точно визначають час і для сплячки, і для міграції.

Якщо домовиті байбаки і ховрахи, від'ївши на літніх харчах, впадають у сплячку, то мігруючі птахи вирушають в осінній період у далекі мандри.



Проте в природі відомі й інші види міграції, які теж пов'язані з Сонцем, але не підкоряються ні добовим, ні сезонним ритмам, а залежать від того, спокійне чи гнівне цього року наше світило.

Напевно, багато хто вже прочитав роман Даниїла Граніна «Іду на грозу». Поетизуючи науково-технічну творчість, автор розповідає про складні долі вчених. У науці є місце для подвигу. Про це свідчать і вчинки героїв роману, які досліджують грозові хмари.

З борту летючих лабораторій — літаків, обладнаних приладами, — вченим доводилося вести спостереження і за живими хмарами. Останнє — не літературний образ.

Уявіть собі освітлену косими променями сонця хмару, що сягає п'яти кілометрів у довжину і двох — у ширину. Гойдаючись, наче велетенська завіса, стискаючись і розширюючись, вона рухається над однією з африканських країн метрів за триста від землі зі швидкістю вантажного поїзда.

Праворуч від хмари пливе землею її чорна тінь. І, ніби передчуваючи біду, як перед сонячним затемненням, непокояться, кидаються, не знаходять собі місця тварини: мчать галопом і голосно іржуть коні, ревуть корови, залазять у схованки й повискують від страху собаки.

А хмара, розтягшись удалину, скільки сягає око, починає поволі спускатись униз, немовби ковзаючи похилою площиною.

Жива хмара — сарана. Здається, що саме повітря наповнилося довкола страхітливим дробом мільйонів барabanчиків яскраво-рожевих комах.

Там, де приземлилася сарана, вже не видно зелені полів, лугів, садів. Землю неначе вкотив яскравий ворухливий килим, і, як рожеві привиди, здіймаються над ним оголені кущі й дерева, що вгинаються під вагою жахливих живих грон.

З талановитою і трагічною розповіддю про навалу сарани на Марокко у листопаді 1954 року можна ознайомитися, прочитавши книжку французького письменника Жоржа Блона «Великі кочовища».

З кочовищами (міграціями) сарани не завжди вдається упоратись навіть із допомогою всього сучасного хімічного арсеналу. В минулому її намагалися зупинити вогнищами й шумовими ефектами. Результати були дуже жалюгідні. Недаром навалу сарани називали «восьмою карою єгипетською».

Неважко простежити, звідки взято назву. Різні за





характером і за часом твори — міфи, історичні факти, лірика (8 ст. до н. е. — 2 ст. н. е.) — складають Біблію (буквально — книгу). Один із міфів, що входить до неї, розповідає про десять лих (кар), які нібито послало небо на єгиптян. Восьмою карою і була сарана.

У цьому міфі, в притаманній йому літературній формі, відбито фактичні уявлення людей про природу, зафіксовано реальні події — міграції сарани, яка знищила посіви. Цих міграцій не раз і не два зазнавали стародавні цивілізації на африканському континенті.

Великою трагедією оберталися для землеробських цивілізацій навали орд сарани — десятків мільйонів комах.

Як часто налітає вона на поля, луги, сади? Чи є якась періодичність у навалах сарани?

Про це задумався Олександр Леонідович Чижевський.

«Коли я починав свої дослідження, — писав учений, — кожен дрібниці, що свідчила про їхню справедливості, було мною взято до уваги. Я не тільки переглянув тисячі книг різними мовами, де могли стрітись будь-які відомості з даного питання, а й звертався до ряду осіб, котрі, як мені здавалося, повинні були дещо знати в цьому напрямку. Копаючись у різних матеріалах московських бібліотек, я натрапив на ім'я професора Миколи Михайловича Кулагіна, відомого зоолога й ентомолога, члена-кореспондента Петербурзької Академії наук, професора Московського університету, і поїхав до нього. Він був украй здивований моїм візитом.

— Ще ентомолог Федір Петрович Кеппен у 1870 році в книзі про сарану, — сказав він, — встановив 11-річний період її розмноження, що збігається з періодом циклічної сонячної діяльності. Я теж дещо зробив у цьому напрямку. Розмноження саранових справді ніби підкоряється цьому періоду, але, знаєте, про ці роботи я не люблю говорити тому, що іще не настав час. Зараз зіставлення такого роду розглядаються як вульгаризація науки. Ну, та вже коли ви приїхали до мене, я покажу вам мої неопубліковані таблиці і графіки.

Микола Михайлович приніс із сусідньої кімнати папку з матеріалами й заходився мені демонструвати їх.

— Ось нальоти сарани за минуле століття. Погляньте, як добре збігаються масові міграції сарани із сонячною діяльністю.

Я був вражений усім тим, що мені сказав Микола Михайлович.

— Звичайно, — провадив він далі, — ці дані лише слабкий відгук того, що буде відкрито в майбутньому. Сонячні виверження — явища космічного порядку, і їм повинні відповідати за грандіозністю теж космічні процеси. Я ентомолог і не можу обійти праць Карутерса. Ще наприкінці минулого століття він повідомив про переселення сарани з берегів Африки в Аравію. Хмари комах займали простір до шести тисяч квадратних кілометрів і важили до сорока п'яти мільйонів тонн! Це явище вже космічного порядку, і стоїть воно в залежності теж від космічного явища — вивержень на поверхні Сонця. Це — тільки прелюдія до нового вчення, ще не створеного людиною. Візьміться-но до цього діла, це багатообіцяючі перспективи...

— Я вивчаю їх, Миколо Михайловичу, вже кілька років...

— Так он як, ну тоді поздоровляю вас — ви стоїте біля джерел нового знання.

Я дістав із портфеля й показав йому мої криві «залежності» від Сонця. Він тільки охнув.

— Та ви, виявляється, уже створили цілий відділ наукового знання. Але будьте обережні. Замість перемоги вас може чекати поразка, і тоді ваша наука заглухне на довгі часи!

Аж через тридцять років ентомолог, член-кореспондент ВАСГНІЛ Микола Сергійович Щербиновський продовжив спостереження Ф. П. Кеппена і М. М. Кулагіна і підтвердив їх на великому матеріалі.

Знайомство Щербиновського із сараною відбулося 1929 року під час експедиції в район Кушки. Тієї весни земля довкола найпівденнішої точки країни була вражена сараною-шистоцеркою, що залетіла сюди з далеких тропічних районів.

Ентомолог Щербиновський багато подорожував, беручи участь у міжнародних комісіях по боротьбі з сараною. Він побував у ряді віддалених країн — на острові Ямайка, в Аравії і в Індії. В Ірані Щербиновський провів кілька років, допомагаючи захистити посіви від цієї напасті.

Унікальний науковий матеріал, зібраний на випалених нагір'ях і в похмурих пустелях, дав змогу Щербиновському дійти висновку, що збігається із спостереженнями Чижевського: перельоти сарани співпадають із періодами сонячної активності.

В основі масового розмноження «восьмої кари єги-



петської», очевидно, лежать зміни кліматичних факторів, наприклад, скільки та якої сили випало дощів у посушливих районах земної кулі і, отже, якої могутності набрав тут зелений покрив землі. Сприятливі погодні умови приводять до різкого підйому життєдіяльності комах, формування їхніх стадних форм. Услід за цим створюються передумови для масових міграцій сарани. Таким здається на «сарановому фронті» механізм сонячно-земних зв'язків радянським ученим Ігорю Петровичу Дружиніну, Борисові Івановичу Сазанову, Вікторові Миколайовичу Ягодинському — авторам дослідження про сонячно-земні зв'язки «Космос — Земля. Прогнози».

Справді-бо, в XIX столітті було дев'ять саранових спалахів, і за першу половину нинішнього століття сарана-шистоцерка шість разів досягала кордонів Туркменії. Останній її заліт на територію нашої країни був передбачений М. С. Щербиновським у 1958 році. Шистоцерку швидко ліквідували завдяки своєчасному прогнозу вченого.

Та ось що дивно в поведінці цього рослинного хижака. Трапляється, не голод рухає хмари ненажерливої сарани. Вона раптово знімається з облюбованого поля і летить у пустелю на вірну загибель або кінчає свій земний шлях колективним самогубством. Сотні тисяч екземплярів сарани поспішають до моря і гинуть у хвилях.

### ПРИМХИ ГОРБУШІ

Интерес до романів Жюль Верна не згасає. Він один із найпопулярніших письменників на планеті. Найдужче, мабуть, подобається читачам герой роману «Двадцять тисяч льє під водою» — чесний і сміливий капітан Немо. «...Я люблю море! Море — це все. Воно вкриває сім десятків земної кулі. Дихання його чисте, живодайне. В його безмежній пустелі людина не відчуває себе самотньою, бо довкола себе вона відчуває пульс життя. В лоні морів мешкають небачені, дивовижні істоти».

Та мова в нас піде не про таємничих мешканців глибин, а про звичайнісіньку, прозаїчну рибу — тріску, оселедці, горбушу...

Сучасний рибалка не схожий на невдачливого старого із казки Пушкіна, і не з берега закидає він свій невід. У минуле відходять шаланди, на яких виходили в море рибальські ватаги. Дипломовані капітани, що закінчили





рибвтузи, водять потужні судна, оснащені радіонавігаційним обладнанням. До пошуку косяків приєднується авіарозвідка. Через ілюмінатори підводних апаратів акванавти вивчають життя риби і поведінку трала на глибині. Спостереження і рекомендації підводників урахуються при виборі місця вилову і проектуванні досконалішого знаряддя лову. Косяки риби приманюють світлом, їх заганняють у трали, імітуючи звуки, які видають дельфіни.

Усе це так. Але трапляється, що ні-ні, а доводиться рибалкам згадати невдачливого старого із пушкінської казки. Раз, другий, третій закидають вони невід у море, а повертається він незаповнений живим сріблом. Та чи завжди можна звинувачувати в цьому «риб'ячу нестійність», а ветеранам, зітхаючи, згадувати старі, добрі часи, коли море було «привітніше» і риби більше? Звичайно, не можна скидати з рахунку втручання людини в життя водойм: їхнє забруднювання і перелови, які впливають на чисельність популяції. Тільки через це трали повертаються порожніми? Можливо, на кількість риби впливають якісь космічні фактори?

Років десять тому одна з іспанських газет повідомляла, що в результаті багаторічних спостережень іспанські вчені зуміли нарешті пояснити природне явище, від якого залежав матеріальний добробут місцевих рибалок.

Річ була ось у чому: в окремі роки улови тріски й оселедців різко падають, і тоді населення залишається без риби, а рибалки — без заробітку. Протягом 40 років учені досліджували це питання і дійшли висновку про те, що на успішний вилов риби впливає «настрій» Сонця. В ті роки, коли на ньому з'являється найбільше плям, тобто через кожні 11 років, падає відтворювання і чисельність тріски й оселедців. Учені відзначили, що приблизно в ці самі роки морські птахи, які живуть у прибережних скелях, відкладають менше яєць.

Зацікавившись цим повідомленням, я спробував розшукати у вітчизняній гідробіологічній та іхтіологічній літературі відомості про подібні роботи. Пошук привів мене в Інститут біології південних морів імені Олександра Онуфрійовича Ковалевського Академії наук УРСР.

На жаль, одного з авторів робіт — видатного радянського гідробіолога, в минулому директора Інституту, професора Володимира Олексійовича Водяницького вже не було живого (недавно іменем ученого названо велике

науково-дослідне судно). Мені відповіла його співавтор Олександра Костянтинівна Богданова. Вона ж надіслала відбитки своїх і спільних із В. О. Водяницьким статей, присвячених цьому питанню.

Лист перший: «Надсилаю Вам відбитки статей, присвячених циклічності гідрологічних і біологічних факторів. Якщо Ви цікавитесь циклічністю в природі, то, можливо, вони Вам знадобляться. Останнє десятиліття вивчала водообмін через протоки (Босфор, Туніську, Баб-ель-Мандебську) та їхню роль у гідрології суміжних морів. Проблема циклічності у мене відійшла в минуле. Питання це, звісно, цікаве, але енергії на все це вистачає.

З повагою О. Богданова».

(Лист одержано у травні 1976 року)<sup>1</sup>

З'ясувалося, що за кілька десятиліть до повідомлення іспанських гідробіологів радянські вчені описали подібні явища в житті моря. У коливаннях чисельності й уловів каспійської севрюги і біломорських оселедців, урожаїв моллюсків-баланусів і водоростей-макрофітів вони підмітили приблизно одинадцятирічну циклічність. Про це я знайшов інформацію у відбитках статей, надісланих із Севастополя.

Академік Лев Семенович Берг писав, що улови лосося збігаються в часі у різних акваторіях, складаючи період приблизно близько 8—11 років.

Однією із зовнішніх причин коливань чисельності риб може бути сонячна активність. Такий висновок було зроблено і в статті «Про вплив максимумів сонячної активності на умови розмноження горбуші», поданій у Доповіді АН СРСР у 1955 році. В ній повідомлялося, що найбільші підходи амурської горбуші з моря для нересту спостерігалися в епохи максимумів сонячної активності.

Нерестові табуни 1928, 1938, 1948 і 1958 років чисельно переважали популяції всіх інших років. Іхтіологам відомо, що для формування цих табунів потрібно було два роки, і, очевидно, сезони 1926, 1936, 1946 і 1956 років були найсприятливішими для розмноження горбуші. Судячи з подальших уловів, популяції 1928, 1938, 1948 і 1958 років багато потомства не дали. Мабуть, ці роки відзначалися вкрай несприятливими умовами нересту. Цікаво, що ці самі роки виявилися неврожайними не лише для горбуші, а й для обох форм амурської кети — літньої та осінньої.

<sup>1</sup> Тут і далі листи, помічені датами, надіслані автору. Решта — придумані ним для цієї книжки.



Лист другий одержано в травні 1974 року. Його надіслав член-кореспондент АН УРСР Лев Йосипович Рубенчик: «Рукопис про морські бактерії в цілому вдалий, хоч є ряд зауважень, що дадуть змогу усунути дрібні неточності. В рукопису згадуються праці О. Л. Чижевського. Це була людина досить різностороння, з дуже широкою ерудицією і сміливими ідеями в галузі сонячно-земних зв'язків. Досліджень у цьому напрямку я спеціально не провадив. Однак у моїй книжці «Мікроорганізми — біологічні індикатори», Київ, «Наукова думка», 1972, Ви знайдете довідку про роботи естонських мікробіологів».

Діяльність азотфіксуючих мікроорганізмів поповнює ресурси ґрунтів. В орному шарі окультуреного ґрунту на одному гектарі може міститися 5—6 тонн мікробних клітин. Тому причини коливань чисельності ґрунтових бактерій у природних умовах мають надзвичайний інтерес.

Роботами естонських мікробіологів встановлено, що діяльність ґрунтових мікроорганізмів не припиняється і після закінчення вегетаційного періоду й навіть у промерзлому ґрунті.

Естонські вчені вважають: «основним фактором, який впливає на чисельність бактерій, є сонячна активність». Коефіцієнт кореляції між їхньою чисельністю і сонячною активністю, за розрахунками мікробіологів, виявився у 10 разів вищий порівняно з температурним впливом.

Та що там мікроби. Наше серце певною мірою «підкоряється» ритмам Сонця.

Нині вивчається можливість безпосереднього впливу Сонця та інших космічних факторів на серцево-судинну систему.

У принципі, вважають учені-геліобіологи, вже підтверджено дані про те, що збільшення частоти цих захворювань збігається з проходженням плям через центральний меридіан Сонця.

Людей, які скаржаться на біль у серці в дні з підвищеною сонячною активністю більше, ніж у сонячно-спокійні дні. Про це пише у своїх працях радянський вчений Мстислав Миколайович Гневишев та інші.

У деяких містах країни медики вже скооперувалися з астрономами-сонячниками і в дні «неспокійного Сонця» попереджають людей із серцево-судинними захворюваннями.

Вплив Сонця виявлено і в змінах складу крові. Уперше це з усією певністю було зафіксовано в дослідженнях самого Чижевського і сочинського лікаря Миколи Олександровича Шульца.

Тому, як казав О. Л. Чижевський, «людина і мікроб» — істоти не тільки земні, а й космічні».

## ХТО ЗАВОДИТЬ БІОГОДИННИК

Ще один день закреслено в календарі. Ще одна доба минула в океані. Іноді здається, що океанська гладінь зовсім пустельна. Довкола судна самі хвилі — окові нема за що зачепитися. Та раптом серед цього безмежжя з'являється, наче міраж, буйна і яскрава тропічна зелень — оази океанів. Здалеку в одноманітності океану вони тішать зір: у темно-синю смугу моря влітаються різноколірні смуги коралових рифів — синяво-чорних, бірюзових, нефритово-зелених, окрових, бузкових і сніжно-білих.

Але так тільки здаля. Чимало кораблів розбилосся, наскочивши на рифи коло берегів Австралії у районі Гавайських островів і в архіпелазі Фіджі. Рифи, наче намісто із зубів казкового дракона, стережуть підходи до островів. Закипають водянні вали, пробігши океаном тисячі миль і вперше зустрівши на своєму шляху перепону. Розлючені хвилі вибухають фонтанами білої піни. Здуваються над рифами схожі на гриби хмарки дрібнюсінких бризок. Без утоми киплять біля них буруни, облизуючи край коралового б'єфа і відповзаючи з шипінням назад у море. Добре, якщо судно слухається штурвала і підійшло сюди вдень, за тихої і ясної погоди...

Рифи Австралії ще й сьогодні підносять археологам несподівані й дорогоцінні подарунки — уламки старовинних дерев'яних вітрильників. Але й сучасним теплоходам краще не наближатися до рифів за поганої видимості і в негоду. Зуби дракона не знають пощади.

Із листа доктора геолого-мінералогічних наук, професора Євгена Васильовича Краснова з Далекосхідного державного університету. «Уперше мені довелося побачити кораловий риф біля мису Гарагассі на Новій Гвінеї, того самого мису, на якому сто років тому стояла хижка Миколи Миколайовича Миклухо-Маклая — видатного російського географа й етнографа, улюбленця папуасів. Вони звали його Тамо-руса. Наукове судно «Дмитрий



Менделєєв», на якому у складі групи вчених знаходився і я, на початку липня 1971 року кинуло якір у затоці Астралія на північному березі Нової Гвінеї. Ми були за одну-півтори милі від Бонгу. Жителі цього села, як ми переконалися, і сьогодні пам'ятають Миклухо-Маклая й співають про нього пісень.

Надівши маску й узявши в рот невелику гумову трубку, я пірнув у воду. Найніжніші переливи всіх кольорів райдуги, табунці в'юнких фантастичної форми й забарвлення рибок, милі серцю гіллясті корали, що більше скидалися на абстрактну скульптуру, аніж на тварин — словом, було від чого здивуватися людині, яка до того вивчала корали по їхніх скелетних рештках, що ними складено багато гірських вершин Криму, Паміру і Далекого Сходу».

(Одержано в березні 1972 року.)

Вкупі з іншими морськими тваринами і рослинами з вапняковими скелетами корали створили «сушу», що дорівнює за площею такому континенту, як Австралія, і лише трохи поступається розмірами перед Європою.

Найбільшою кораловою спорудою справедливо вважається Великий Бар'єрний риф. Наче гігантська нерівна пунктирна лінія, складена з коралових островів і атолів, які заступили сушу від стихії, простягся Великий Бар'єрний риф майже на 2,5 тисячі кілометрів уздовж берегів Австралії. З допомогою ЕОМ підраховали, що цей риф — найбільша будівля на нашій планеті. І створили її не космічні пришельці, а крихітні корали.

У Світовому океані відомо кілька типів коралових утворень. Коралові рифи, які займають понад 7 мільйонів квадратних кілометрів, — одні з найважливіших тропічних угруповань океану. Вони поділяються на берегові, бар'єрні, островні, атолові.

Чудове дітище океану — атоли!

Атол, оторочений кораловими рифами, своєрідним бар'єром, об який дрібняться хвилі, найчастіше являє собою вузьку кільцеподібну смугу суші завширшки не більш як 300 метрів. Зате діаметр такого кільця досягає іноді значних розмірів. На деяких атолах можна вільно влаштувати змагання з марафонського бігу.

В океані чимало атолів діаметром 50—60 кілометрів. У Тихому океані знаходяться найбільші атоли. Їх тут приблизно 300, в Індійському близько 70, в Атлантичному — лише один.

Усередині атолового кільця — тихі лагуни, в яких





«спить зелена вода». Лагуни глибиною від 50 до 100 метрів — своєрідні акваріуми, сповнені барвистих чудес. За густотою «населення» лагуни можна порівняти хіба що з вологими тропічними лісами.

Взагалі коралові рифи надзвичайно багаті на підводну і надводну флору і фауну. Ця екологічна система (або угруповання) склалася сотні мільйонів років тому в Світовому океані. Барвисто і яскраво розфарбовані в червоний, золотистий, зелений, жовто-чорний кольори риба-метелик, папуга, ангел. До речі, багато які коралові утворення носять імена героїв війни 1812 року. Їх було відкрито під час кругосвітніх плавань, які на початку XIX століття здійснили російські моряки.

Коралові острови, атоли, рифи — це звучить як чудова казка...

Ще в античному світі народилося міркування про долю стародавніх морів і суші, і філософи Давньої Греції вже намагалися відновити історію Землі по мушлях молюсків або викопному коралу, знайдених далеко від моря.

У минулому Землі коралів було, мабуть, навіть більше, ніж зараз. Розповсюдилися вони широко, і ці теплолюбні організми можна було зустріти мало не у всіх морях планети. Це, до речі, теж свідчить про те, що клімат в епоху розквіту коралів був тепліший за нинішній. Найдивніше, що еволюція майже не зачепила коралів.

Нинішні корали такі ж, як і їхні предки. В чому причина цієї стійкості? Це поки що не відомо. Вивчення древніх коралів має великий науковий інтерес, оскільки цілком очевидно, що в геологічному минулому шельф тропічних морів був «колискою життя».

Сучасники праокеану — корали — найдавніші календарі Землі. У них — річні, місячні, добові шари. В цих шарах записано й одинадцятилітні цикли сонячної активності.

Минуле часто називають ключем до майбутнього.

У другій половині нашого століття біологи й геологи зацікавилися особливостями росту коралів — живих календарів Землі — і використали їх як геологічний годинник, що заводиться Сонце. Було помічено: добові коливання відкладаються в нарощуванні скелета сучасних коралів і відповідають тривалості нашої доби. Отже, вирішили вчені, вивчення викопних коралів може допомогти у встановленні тривалості доби в минулі геологічні епохи.

Завдяки своїм дивовижним властивостям корали розповіли дослідникам про життя, яким воно було багато мільйонів років тому.

Якщо в мікроскоп розглянути невеликий шмат стінки нинішнього корала, то між двома чималими кільцями видно близько 360 дрібних кілець. Це своєрідний літопис його життя, бо за рік кількість кілець дорівнюватиме кількості діб.

Порівнювання кілець сучасних і викопних коралів дало змогу вченим установити, що кількість діб у році було не завжди однаковим. Наприклад, у девонському періоді (близько 400 мільйонів років тому) рік тривав майже 400, у кам'яновугільному періоді (300 мільйонів років тому) — 385—390 діб.

За зонами наростання скелета виявлено ритмічність росту сучасних молюсків і коралів — від добової до багаторічної, яка залежить не тільки від біологічних, а й від космічних причин, насамперед від коливань активності Сонця.

Із зростанням сонячної активності, приміром, швидкість росту деяких морських організмів зменшується у 2—2,5 рази, а в роки з низькою активністю їхній ріст найінтенсивніший. Отже, можна прогнозувати зміни в часі темпів росту промислових видів. Це має велике значення і для їхнього штучного розведення.

Упродовж тисячоліть ритми Сонця фіксувалися в глинах (досліджено на південному заході Африки, у штаті Юта, на річці Вітім), у мулових відкладах озер, у збережених рештках флори древніх морів.

Член-кореспондент АН СРСР Олександр Григорович Вологдін писав, що в найдавніших шарах морських відкладень виявлено велике розмаїття родів і видів синьо-зелених і червоних водоростей. За ними вчені визначили абсолютну швидкість росту колоній, загальний напрямок світлового потоку та вплив одинадцятирічних циклів сонячної активності на цих найдавніших мешканців Землі.

Олександр Григорович у своїй книзі «Земля і життя» наводить виконану ним фотографію поперечного перерізу конічного стромаліту (нашарування плівок синьо-зелених водоростей, що виникли одне на одному), на якій проглядаються річні нашарування та одинадцятилітні цикли.



Розділ четвертий

УВІМКНІТЬ ЗІРКУ!

УВІМКНІТЬ ЗІРКУ!

Розповідь про те, як із допомогою відполірованих пластин-щитів було спалено римський флот, що обложив Сіракузи, уже всім набила оскому. Зрештою, як і опис давньоєгипетської статуї, котра щоранку «співала» від нагрівання першими сонячними променями...

Але ж це були, напевно, не єдині свідчення винахідливості стародавніх мудреців. Очевидно, й прості люди не проходили мимо властивостей сонячного зайчика і, проявляючи кмітливість, використовували його енергію.

Лист перший.

«Деметрій б'є чолом Ксенофонту! Я вже третій день у цьому місті, куди, як ти зараз дізнаєшся, попав не зі своєї волі. Я плив на кораблі з шукачами пурпурних черепашок, які пообіцяли доправити мене на Хіос. Але дорогою схопилася страшна буря, і нам ледве пощастило врятуватися на березі, покраяному затоками, а наш корабель, що його стерничий спрямував до суворого підніжжя берегових скель, розбився. Вкупі з шукачами черепашок я опинився в рибалок, чиї човни стояли на якорі в затоці, огороженій висунутою наперед скелею. Я мав намір лишитися там і пособити рибалкам у їхній роботі, аж поки який-небудь корабель зайде в затоку і візьме мене у зворотну путь. Та доля розпорядилася інакше. Рибалки не прийняли мене і порадили найнятися до городників. І ось я тут знайшов дочасний притулок і не знаю, коли скінчиться моє чекання, а борги мої дедалі ростуть».

Лист другий.

«Деметрій б'є чолом Ксенофонту! Я уже згубив лік дням і, коли Філіпп передав мені листа, що в ньому ти розповідаєш, як краєшся серцем сам і як печаляться мої домочадці, мало не заплакав. Але треба знайти раду, інакше мені ніколи не розборгуватися і не покинути цього міста. Чоловік, що прихистив мене, виявився нечесним, і хоч я працював у нього на городі тільки за

дах і їжу, погрожує потягти мене до суду, заявляючи, що я вже винен йому три макітри в'яленої риби, малу амфору меду, глечик миртового вина, за хліб і оливи і ще один талант срібла за притулок. Усе це він записав на вощаній дощечці. Таких дощечок у нього назбиралося чимало і на інших бідолах, яким довелося звернутись до нього. Я тепер знаю, що городник — скнара і крутій, а за його крутість я мушу з ним поквитатися і за себе, і за інших. І я думаю про це денно і нічно, та не знаю, як добратися до боргових дощечок. Він ховає їх у горішній кімнаті, а двері, що ведуть до неї, надійно замкнені, а вікно заграбоване».

Лист третій.

«Деметрій б'є чолом Ксенофонту! Коли ти дістанеш цього листа, то знай: я вже вільний, як птах, і пливу на кораблі, що йде на Хіос. Бідарі, яким я допоміг незвичним способом позбутися усіх боргів скнарі-городнику, в подяку зібрали мені гроші на дорогу, і я, заплативши корабельникам сповна, пливу далі й далі від непривітного берега, який ледве не заманив мене у пастку. Помстився я нечесному городникові з допомогою Сонця. Ти питаєш, мій вірний Ксенофонте, до чого тут Сонце? А до того, що я згадав одну з комедій нашого божественного Арістофана і вирішив повторити вчинок героя цієї неперевершеної комедії.

Перед вікном будинку, в якому живе городник, стоїть високе дерево. Воно вище за будинок, і, вилізши на нього, можна побачити, що робиться в кімнаті, де він ховає вощані дощечки. Як ти знаєш, без письмового свідчення жоден суддя не візьметься засудити нас, і якщо записи будуть стерті, то городник залишиться з носом.

І от одного сонячного ранку, коли цей чоловік поїхав у справах у свою далеку садибу, а його домочадці розбрелися хто куди, я виліз на дерево, перед цим сховавши у плащі невелику металеву пластинку, яку дуже старанно полірують тутешні майстри. На щастя, в кімнаті городника все лежало ладом, і я, відшукавши очима стовпчик боргових табличок, спрямував на віск із допомогою пластини перші промені ранкового сонця. Суддя не встиг би перевернути клепсидру, зупинивши тим самим нашу захисну промову, щоб самому виголосити обвинувачення, як промені розтопили віск, а з ним зникли назавжди і наші борги. Спускаючись із дерева, щоб розповісти про це людям, я кілька разів возніс хвалу сонцесайному Геліосу.



...Важкі піщані пагорби, наче хвилі навіки застигло-го моря, простяглися на десятки кілометрів. Трави виго-ріли ще спечної весни, і тільки сухий полин, верблюдка, руді кулі перекотиполя з голубими мітелками жорстких квіток та поодинокі зарості саксаулу, що більше скида-ються на обгорілі гайки, аніж на живі дерева, скрашують похмурий пейзаж пустелі.

Дзвінка тиша, розпечений пісок, жарке сонце. Суша, спека, безводдя. Пустеля — це смак спраги.

Лист перший.

«Здрастуй, друже! Часом мені здається, що я на ін-шій планеті, і листа мого доставить тобі не наш експе-диційний шофер Геннадій Жовтневий, а поштова ракета, яка летить рейсом Нова — Земля. Завтра вранці, ще до того, як припече сонце, шофер вирушить у найближчий аул, а ми знову — через піски. Справ і доручень у шо-фера багато, але на пошту він зайде неодмінно: відпра-вить листи, забере газети і журнали, одержить листи для нас. Ось уже п'ятий день ми мандруємо пісками. Виби-раємо пагорби, які далеко лежать від колодязів, що зяють бездонною глибиною і глибоко вриті у надра землі. Експеримент, як каже наш суворий і невтомний керівник Віра Петрівна, має бути чистим. Тому ми розбиваємо табір удалині від колодязів, де в темній безодні зачаїла-ся гіркувата вода. Після цілісного дня, проведенного під пекучими променями, легко піддатися спокусі і вхо-пити колодязної водиці понад ту норму, на яку ми доб-ровільно прирекли себе, добуваючи воду з допомогою со-нячної енергії. Хочемо пити — викопуємо яму і накри-ваємо пластмасовою плівкою. Кількома каменюками придавлюємо її до землі. Сонячні промені, проникаючи крізь плівку, нагрівають вологий ґрунт у ямі. Волога ви-паровується, конденсується на порівняно холодній плів-ці й стікає в піалу на дні ями. Померти від спраги, як бачиш, не можна, але познайомитися з нею, чекаючи, поки наповниться піала, доводиться».

Довідка.

Нині в Радянському Союзі загальна площа пасовиськ, не рахуючи тундри й лісотундри, сягає 350 мільйонів гектарів, із яких близько 300 мільйонів розташовано в пустельних і напівпустельних зонах Середньої Азії, на південному сході РРФСР та півдні України. Відсутність прісної води для водопоя худоби і питних потреб у ба-гатьох випадках затримує освоєння. Тим часом ці райо-ни мають величезні ресурси сонячної енергії і значні за-

паси підземних вод, які, однак, містять чимало солей. Усе це створює малосприятливі умови для використання в цих районах променевої енергії сонця для опріснення мінералізованих вод і забезпечення прісною водою водо-пійних пунктів колгоспних і радгоспних отар.

Лист другий.

«Здрастуй, друже! У нас гарячі дні в будь-якому зна-ченні цього слова. Ми почали другу частину експери-менту. Зараз у нього залучено овець. Дві отари пригнали до нас чабани, і ми вже відповідаємо не тільки за себе, а й за колгоспних тварин. Правда, умови експерименту трохи змінено. Ми вже не уникаємо колодязів, а шукає-мо такі, з яких води не можна пити — так сильно міне-ралізована. Наше завдання з допомогою сонячної енергії опріснити воду і напоїти овець, а їх немало: в кожній отарі по 500 голів. От де ніколи не думав, що стану го-ловним «водочерпієм». Помпа, що працювала від движка, вийшла з ладу: чи то пісок попав у деталі механізму, чи щось там інше, але нам ніяк не вдалося його оживити. Довелося тягати воду з колодязя примітивним, дідівсь-ким способом. Наловчився опускати відро так, щоб воно затоплялося одразу і верталось нагору наповнене по вінця. Тягнеш вірвовку, до якої прив'язане відро, і відчу-ваєш приємний тягар і прохолоду, що віє з глибини ко-лодязя. Дістанеш шосте, сьоме, дванадцятье відро і... за-буваєш, що витягав перші два-три із задоволенням, і від-чуваєш уже не ласкаву прохолоду знизу, а пекуче про-міння на своїй потилиці. Ну гаразд, перетерпимо. Ми налагодимо опріснювальні установки і поїдемо в будин-ки, де з кранів тече «хол.» і «гар.» вода, де лише за сто метрів від дому можна випити склянку чи дві газводи. Скажу тобі, що тільки тут я по-справжньому навчився цінувати кожну краплю і збагнув, що не туго закритий кран у міській квартирі, з якого тонкою цівкою біжить вода, не недбалість, а злочинне розтринькування при-родних багатств. Штрафувати за це треба!

Та я, здається, ухилився від хроніки наших буднів. У такий спосіб ми напуваємо щодня дві отари по 500 овець, а чабанам же доводиться ходити й за більшими отарами, які налічують понад 2 тисячі голів. Наше зав-дання полегшити працю чабанів. Чому до програми експе-диції включено випробування сонячного насоса-водопід-йомника. Що він робитиме? Качатиме з колодязів воду. Адже до кожної «оази» не підведеш лінію електропере-дачі, а сонця в пустелі, повір мені на слово, задосить. От



воно нехай і качає воду з глибини. Та поки що сонячний насос не налагоджений, і я прив'язую до відра міцний канат і йду сам «качати» воду. Цього листа здає на пошту наш шофер Геннадій Жовтневий, який повезе на ремонт насос, що невчасно зламався».

## ДОДАТИ СПРАВ СОНЦЮ

У науці строго дотримуються пріоритету і, щоб з'ясувати, «хто був першим?», не шкодують ні сил, ні часу, ні енергії. Недаром таке «старшинство» (саме так перекладається латинське слово «пріор» — старший, перший) закріплюється державним актом — видачею патенту на винахід для визнання його відкриттям незалежно від того, в якій галузі науки і техніки було виконано піонерську роботу.

У моєму архіві вже кілька років зберігається лист, який мені подарувала професор Одеського державного університету, член-кореспондент АН УРСР Віра Петрівна Тульчинська. Цей і ідентичні йому листи розіслав ряду мікробіологів світу американський учений, доктор філософії Альберт Шатц. Він оспорував пріоритет на відкриття антибіотика стрептоміцину в іншого американського мікробіолога, професора Зельмана Ваксмана (1888—1973). Шатц не тільки розіслав листи, а й звернувся до суду.

А вся річ у тому, що Шатц — колишній студент професора — прийшов у лабораторію Ваксмана за кілька місяців до виділення мікроорганізмів, що утворюють стрептоміцин, і, певно ж, не міг відіграти вирішальної ролі у відкритті, хоч і брав участь у роботі. Цього не заперечував і професор, який поставив підпис свого співробітника під кількома патентними заявками і статтями. Грім і блискавки з боку Шульца вдарили аж тоді, коли він дізнався, що новий антибіотик принесе величезні прибутки, хоч сам професор Ваксман відмовився від 90 процентів усіх грошових відрахувань від прибутків, що належали йому, як авторові винаходу, і передав їх на будівництво Інституту мікробіології (так, власне, вчинив свого часу і великий Луї Пастер).

Я згадав про цей епізод з історії науки, коли почав писати розділ про перетворення сонячної енергії в теплову. Пріоритету треба дотримуватись і в літературі...

*Відступ перший. Про світівський пріоритет.*





Саме через це я повинен надати слово одному з найстаріших авторів подібних досліджень Джонатану Свіфту і його герою Лемюелю Гулліверу. Замовчувати їхній пріоритет було б неетично. Вже хоча б тому, що сам герой безсмертної книжки «Мандри до різних далеких країн світу Лемюеля Гуллівера, спочатку лікаря, а потім капітана кількох кораблів» не може ні написати обвинувачувальних листів, ні подати до суду...

Отже, частина третя книжки Джонатана Свіфта, а саме подорож Гуллівера до Лапути: «...Перший винахідник, до якого я зайшов... уже вісім років працював над проектом добування сонячного світла з огірків. Переховуване в герметично закритих посудинах, це світло змогло б нагрівати повітря хмарного та дощового літа».

Технічно сонячне випромінювання найпростіше перетворити в тепло, і тому найраніше з'явилися різні теплові сонячні установки: водоопріснювачі, водопідігрівачі, кип'ятильники, парові котли, кухонні печі і фрукто-сушки.

Принцип їхньої дії ґрунтується на добре відомому явищі. Промені сонця при падінні на тіло із зачорненою поверхнею майже повністю поглинаються, і їхня енергія перетворюється в тепло, яке далі використовується безпосередньо або піддається ряду додаткових енергетичних перетворень. Кількість тепла, що виникає при цьому, залежить від кількості променевої енергії, яка поглинається установкою. Якщо необхідно одержати високі температури, промені сонця попередньо піддають концентрації з допомогою дзеркал або лінз. Цим шляхом удасться дістати температури порядку  $3600^{\circ}\text{C}$ . Такі температури потрібні для роботи спеціальних плавильних печей.

### ДЕ СПЕКТИ М'ЯТНИЙ ПРЯНИК?

Найкраще в печі, ще зручніше — в сонячній. Очевидно, це найпростіший спосіб безпосереднього застосування сонячної енергії.

Але піч на піч не схожа, навіть якщо обидві вони сонячні. В одній можна розплавити вольфрамовий стержень, у другій — не засмажити й курки, температура не та...

Співробітники Державного енергетичного інституту імені Гліба Максиміліановича Кржижановського розробили чимало зразків сонячних кухонь і високотемпера-

турних печей, багато з яких уже успішно використовуються в народному господарстві.

Немало оригінальних конструкцій і на рахунку НВО «Сонце», до якого входить єдиний у країні Інститут сонячної енергії (його створено 1979 року), проектно-конструкторське бюро і будівельно-монтажне управління. Як то кажуть, усе напихваті: винаходь, проектуй, будуй!

Урешті-решт курку можна засмажити і над багаттям, настромивши перед цим на рожен. Складніше з вольфрамовим стержнем. Це — найтугоплавкіший із металів. Розкажу, що бачив сам. А було так: металевий стержень із вольфраму, закріплений у штативі між двома дзеркалами, за частки секунди опливав і танув, як стеаринова свічка.

Робиться це ось як. Сонячні промені ловлять геліостати і спрямовують на нерухоме параболічне дзеркало. Воно збирає промені в одну точку, нагріваючи зразок до температури понад  $3000$  градусів!

*Відступ другий.* Про пріоритет ЕНІНу.

ЕНІН — це Державний енергетичний інститут імені Г. М. Кржижановського. В Інституті ще на початку 50-х років радянські вчені зуміли подолати технічний бар'єр на шляху розвитку великомасштабної сонячної енергетики. Наприкінці минулого століття створювалися теплові машини, що використовували енергію пари, одержаної за рахунок сонячного випромінювання. Концентрація сонячної енергії на поверхні парогенератора забезпечувалася з допомогою відбивних дзеркал із складними криволінійними параболічними поверхнями. Однак такі оптичні системи дуже дорогі. Витрати із збільшенням розмірів систем ростуть у геометричній прогресії. Складні вони у виготовленні. Не тільки в минулому, а й нині не можна розраховувати на спорудження сонячних енергетичних установок такого типу потужністю більш як  $50$  кіловатів.

В ЕНІНі було розвинуто принципово нову концепцію створення великих сонячних електростанцій баштового типу. Розроблені й проекти таких станцій великої потужності. Концепція інститутських енергетиків оригінальна і проста. Для кого не знайомий відбитий од плоского дзеркальця сонячний зайчик? А тепер уявіть сотні цих зайчиків, що злилися в одну пляму. Ясно, таким чином можна домогтися дуже високої концентрації сонячного випромінювання.

Ця ідея дала змогу відмовитися від складних криво-



лінійних дзеркал і замінити їх системою плоских дзеркальних відбивачів — геліостатів.

Пріоритет СРСР у розробці цієї концепції визнано у всьому світі.

## ВІД СХОДУ ДО ЗАХОДУ І ДАЛІ БЕЗ ЗУПИНКИ

Енергетики проявляють великий інтерес до сонячних електростанцій. Проекти їхнього створення, які ще порівняно недавно були предметом серйозного дослідження, сьогодні уже втілюються в металі.

У Криму, неподалік від того місця, де коса Арабатська стрілка відділяє Сиваш від Азовського моря, біля селища Леніно йде будівництво першої в нашій країні сонячної експериментальної електростанції потужністю 5 тисяч кіловатів. Такою, як, до речі, й у першій в світі атомній електростанції в Обнінську. Нині ж потужність атомних станцій досягає, як відомо, мільйонів кіловатів.

Під будівництво станцій відводяться покинуті, солончакові землі.

У районах із великим числом сонячних днів у році доцільно будувати сонячні установки баштового типу. Розміщені на чималій площі регульовані плоскі дзеркала вловлюють сонячні промені і концентрують їх, спрямовуючи на паровий котел, установлений на вершині башти.

*Довідка.* На Кримському півострові буває, як правило, понад дві тисячі сонячних годин на рік. Тут атмосфера особливо прозора і не трапляється пилових бур, як у Середній Азії.

Основу СЕС-5, так тепер називають кримську новинку, складе обширне кільцеве поле (діаметром 500 метрів) із 1600 геліостатів. Вони основні елементи оптичної системи електростанції і мають концентрувати сонячну енергію. Їхню відбиваючу поверхню набирають із окремих 5-міліметрової товщини плоских дзеркал розміром 170 на 50 сантиметрів. Загальна площа відбиваючої поверхні всіх геліостатів — 40 тисяч квадратних метрів.

*Відступ третій.* Дзеркало, яке погубила забута формула.

Розповідь Анатолія Андрійовича Єршова, автора книги «Майбутнє дає інтерв'ю»:

«Багато хто з жителів Ташкента, очевидно, добре па-

м'ятає гігантський залізобетонний сонях, що простягся до сонця над дахами корпусів місцевого консервного заводу. Чаша десятиметрового параболоїда, всіяна дзеркальними осколками, стояла тут багато років. Дивна споруда, що ніби зійшла зі сторінок якогось фантастичного роману, мимоволі привертала увагу... Концентратор мав постачати тепловою енергією консервне виробництво. Для свого часу це була унікальна установка, що не мала собі рівної в світі за розмірами і точністю концентрації сонячних променів. У місці їх перетину — у фокусі — температура перевищувала тисячу градусів».

Погубило чудову установку, перетворивши дзеркальну чашу на тисячі осколків, те, що не було враховано температурних коефіцієнтів лінійного розширення скла і клею, яким воно кріпилося до залізобетонної чаші. Сумний досвід ташкентського концентратора взяли до уваги проектувальники і будівельники геліостанцій-80.

Геліостати Кримської СЕС розташовані в кілька рядів довкола 89-метрової башти із сонячним котлом-парогенератором нагорі. Відбиті від дзеркал промені постійно концентрувалися на поверхні парогенератора. Нагріта денним світлом до 250—300 градусів вода утворює пару, і вона під тиском піде трубопроводами в машинний зал, до турбогенераторів. Водночас частина пароводяної суміші акумулюватиметься в спеціальних місткостях — для роботи турбін уночі і в негоду. Тепловий акумулятор — це резервуар, що вміщує кілька сотень тонн води з початковою температурою 300 градусів і кінцевою — 120.

Від сходу й до заходу і далі без зупинки працюватиме турбіна на сонячній енергії. Для керування режимом роботи станції створюється спеціальна автоматизована система. АСУ виконуватиме ряд складних і відповідальних завдань: уранці, коли сонячна радіація досягає заданої інтенсивності, автомати вмикають усі геліостати, вони ж вимкнуть їх, коли небо затягнеться хмарами, допоможуть «знайти» світило, коли хмари розсіюються. Геліостати повертатимуться, наче соняшники, услід за сонцем і відбиватимуть його промені у строго певному напрямку.

*Відступ четвертий.* Про одну помилкову думку, пов'язану з поведінкою соняшника.

Розповідь Ювеналія Петровича Зайцева, професора, члена-кореспондента АН УРСР:

«У 1951 році один допитливий студент, який у всьому



сповідував точність і закінченість, зацікавився соняшником. Він сконструював спеціальний прилад і поставив за мету виміряти роботу, що її виконує рослина, повертаючи свій важкий кошик-суцвіття услід за сонцем. Установив студент свій прилад на городі біля розквітлого екземпляра і став чекати. Прилад не діяв: соняшник не повертався. Студент подумав, що це хвора рослина, і перейшов до другої. Результат повторився: соняшник непорушно дивився на схід. Потім — до третьої, четвертої. Без змін.

Тоді студент вирішив, що всі соняшники на городі у чомусь неповноцінні і поведуться не так, як їм належить. Оскільки й на сусідніх городах рослини відмовлялися повертатись, узяв студент їжі на цілу добу і подався ранно-вранці у поле. Там він знайшов велику колгоспну ділянку квітучих соняшників. Через те що й тут усі суцвіття дивилися на схід, він усівся так, щоб бачити кошики в профіль, і знову заходився чекати. Повинні ж квіти, думав студент, повернутися до мене обличчям або «потиллицею»? Та сонце переміщалося небосхилом, а квіти стояли непорушно. І так цілісінський день. І ніч.

Суцвіття соняшника не обертаються за сонцем? Та як же так? Адже всім відомо, що вони обертаються! Це підтверджують підручники ботаніки. Це закріплено в назві соняшника мовами інших народів.

Ставши учителем у сільській школі, колишній студент і далі цікавився соняшником, розпитував колег із інших місць. Йому із здивуванням відповідали, що й там суцвіття соняшника непорушно дивиться на схід.

Минав час, накопичувалися свідчення стійкості суцвіття соняшника щодо сторін світу. Вчитель став аспірантом. Після довгих і наполегливих спроб йому пощастило надрукувати коротеньку замітку в журналі «Природа», в якій він виклав суть питання. Він сподівався, що, прочитавши цю замітку, всі переконаються: соняшник не обертається за сонцем, а нерухомо дивиться на схід і може правити за компас. Якщо ж із одного кореня росте багато стеблин, тоді їхні суцвіття дивляться в різні сторони, але знову-таки лишаються непорушними. Та де там! Хоч пізніше в різних виданнях з'явилося кілька статей інших авторів, які підтверджували факти аспіранта, його точка зору не стала загальноприйнятою в науці. Так само «всі знають», що соняшник обертається...

Аспірант став кандидатом, згодом доктором наук, але й зараз засновник нового напрямку в науці — радіоекології морських організмів член-кореспондент АН УРСР

Геннадій Григорович Полікарпов не забуває про соняшник і цікавиться ним у всіх країнах, де йому доводиться бувати. Кілька папок із паперами підтверджують те, що колись підмітив студент. А тим часом соняшник «крутиться» й далі на сторінках спеціальної і, звичайно ж, художньої літератури».

## КЕС НА МІСЯЦІ І НА ОРБІТІ

«Черговий робочий день на космічній геліостанції «Кристал-11» наближався до кінця. Сеанс передачі енергії на Землю був закінчений і минув без зауважень розпорядника. Зрештою, не дала несподіванок і перевірка сигналів від обчислювальних блоків, що управляли надходженням капсул із шихтою в орбітальні сонячні печі, і термодатчиків, які «завідували» режимом плавки. Одержані за зміну кристали роботи-вантажники вже перенесли на склад, звідкіля всю партію завтра забере транзитна ракета з Марса. З неї ж роботи вивантажать доставлену на переплавку марсіанську руду.

Передавши обов'язки нічного чергового роботу вищого класу «КІРу-2» і зробивши про це відповідний запис у вахтовому журналі, молодий диспетчер Василь Шматько присунув до себе вечірній номер «Космічного огляду» із ще не розв'язаним кросвордом на морську тему.

Так, так... По горизонталі: допоміжний якір на судні, чотири букви. По вертикалі: морський рачок, на п'ять клітинок кросворда.

— Над цим варто подумати! — мовив уголос Василь.

«КІР-2» зреагував майже вмиль, повідомивши Василю правильну відповідь.

«От біда, — подумав Шматько, — геть забув, що «КІР» не розрізняє фонетичних тонкощів і будь-яке питання, мовлене при ньому вголос, негайно запускає в блоки своєї електронної пам'яті, сприймаючи його як наказ знайти рішення. Звісно, його здібності добрі в аварійних ситуаціях, але при «розв'язуванні кросворда це вже, мабуть, занадто набридлива опіка».

— Слухай, Кірка, я піду в зоряний салон, у разі чого — покличеш...»

У цьому місці читач чекає у таких випадках слів: «І раптом...» Після них, за законами жанру, повинна йти розповідь про те, як розгадування кросворда у зоряному салоні або інше мирне заняття, скажімо, приготування



космічної випускної яєчні на камбузі «Кристал-11» перервало екстрене повідомлення «КІРа-2». Байдужим металічним голосом «КІР» сповіщав про наближення блукача-астероїда — мандрівного метеорита, який пробив захисний екран, напад на станцію шестируких і восьминогих створінь із глухого закутка Всесвіту.

Але нічого такого не було — була звичайна робота. Бо і в космос люди вирушають не заради подвигу, а на роботу.

Невеличкий відступ про те, які, на думку автора, моральні якості необхідно розвивати в собі тим, хто мріє стати космічним дослідником і монтажником.

Звичайно, готовність до подвигів, сміливість і наполегливість, мужність і зібраність, чесність і витримку. Ці риси відрізняють наших підкорювачів космосу. І ще їм притаманна свідомість того, що летять вони сюди для роботи: вчора — обживати зоряні кораблі й невагомість, сьогодні — досліджувати Сонце і Всесвіт, завтра — вести монтаж космічних геліостанцій та оранжерей.

Космос — це робота. Тим, хто хоче вибрати для себе космічну професію, зрештою, як і будь-яку земну, чи то пов'язану з пшеницею або металом, судноводінням або приготуванням ліків, треба пам'ятати про це. Любов до праці, повага до своєї професії, інтерес до справи, якій служиш — найголовніша якість, необхідна і в космосі, і на землі.

Перший крок у захмарній індустрії й енергетиці зробили радянські космонавти і вчені. Початок технологічним експериментам поклали роботи Георгія Шоніна та Валерія Кубасова на кораблі «Союз-6» у жовтні 1969 року.

Обладнання для космосу, як і апаратура для авіалайнерів, проходить жорсткий і вимогливий контроль на «ліміт ваги» та габарити, інакше не злетів би жоден літак, не стартувала б жодна ракета. Боротьба ведеться із зайвими грамами й міліметрами. Українські інженери створили для космонавтів мікроустановки для плавки, зварки, пайки і різання металів із використанням променевої енергії Сонця, які відповідали вимогам найдоскіпливіших контролерів.

На радянських орбітальних станціях «Салют» при запуску висотних ракет комплексу «Мир-2» виконано кілька сотень експериментів, під час яких виготовлялися зразки напівпровідникових матеріалів, металів і сплавів, склоподібних середовищ, медико-біологічних препаратів.

У багатьох випадках структура космічних зразків перевершувала прототипи, виготовлені на землі, і була досконаліша. Будь-який із цих експериментів пов'язаний із витратою електроенергії: і немалої, і протягом тривалого часу. Енергія потрібна системі життєзабезпечення космонавтів, десяткам приладів і різному обладнанню, розміщеному на борту наукового комплексу, що пливе над Землею.

Космічна станція — досить енергомістка дослідницька лабораторія. У нашого найпершого супутника, що відкрив еру космосу, 38 процентів загальної маси складали хімічні джерела енергії. Та вистачило їх у ту далеку пору тільки на три тижні.

Тепер усе інакше. Орбітальна станція має сонячні батареї, розташовані по трьох її площинах: по правому й лівому борту на зразок крил і вертикальну — над робочим відсіком. Кожна батарея складена із сотень напівпровідникових фотоелектричних генераторів. Вони перетворюють світлову енергію сонця в електричну. Сумарна потужність сонячних «антен», що мають загальну площу 60 квадратних метрів, становить понад 4 кіловати. Завдяки датчикам і спеціальним приводам вони постійно націлюються на далеку зірку.

Перехоплення сонячних променів у космосі — ідея заманлива. Тут у багато разів вища їхня інтенсивність, використання не залежить, як на Землі, від зміни дня і ночі та метеорологічних умов. Проекти створення космічних електростанцій (КЕС) стали вже предметом серйозного обговорення не війни в космосі, а мирного використання космічного простору на благо всього людства — така мета всіх людей доброї волі.

На початку нашого століття К. Е. Ціолковський уперше висловив ідею електропостачання Землі з допомогою космічних станцій-супутників. «Реактивні прилади, — писав він, — завоюють людям безмежні простори і дадуть сонячну енергію в два мільярди разів більшу за ту, яку людство має на Землі».

Од відкриттів — до мрії, од мрії — до відкриттів! Так, напевно, можна передати глибинний зв'язок знання і людської фантазії. І це співзвучно ідеалам суспільства майбутнього.

Будівництво потужних сонячних електростанцій на нашій планеті пов'язане з відведенням під геліостати величезних ділянок землі. Для однакової потужності геліостанції в Сахарі довелося б відвести 35 квадратних кіло-



метрів, у Італії — близько 50, у Центральній Європі — понад 80 квадратних кілометрів і т. д.

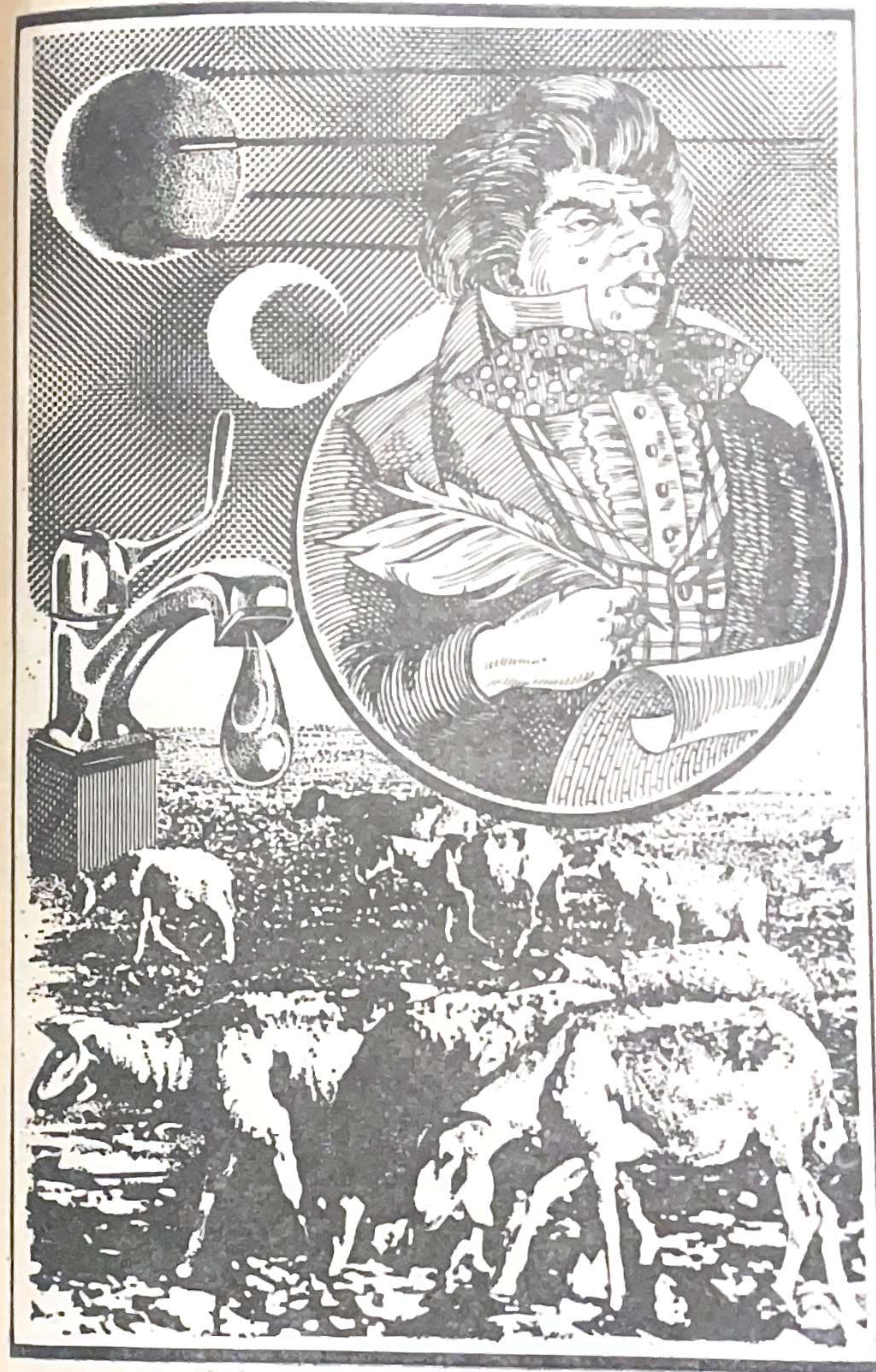
А чи не можна розмістити сонячні батареї на супутнику Землі — Місяці?

Академікові Миколі Миколайовичу Семенову належить проект використання Місяця для земної енергетики. Площа Місяця в 16 разів менша за площу нашої планети. Атмосфери на цьому природному супутнику Землі нема. На одиницю поверхні Місяця припадає в три рази більше сонячної радіації, аніж на одиницю поверхні Землі. Енергія, яку він «поглинає», близька до тієї, що падає на поверхню всіх материків.

Звичайно, встановити сонячні батареї на Землі технічно простіше, ніж виконати ту саму роботу на Місяці, але... Вчені підраховали: щоб Японія в наші дні змогла задовольнити свою енергетичну потребу за рахунок Сонця, довелося б установити геліостати на площі 73500 квадратних кілометрів, що складає близько 20 процентів усієї території країни. Ситуація практично нереальна.

Однак спробуємо пофантазувати. Замість того щоб застановляти Землю, будівництво сонячних приймачів переноситься на природний супутник. Всю поверхню Місяця покривають фотоелементи з високим ккд переходу променевої енергії в електричну. З допомогою радіопучків її спрямовано на Землю. Приймачі сонячної місячної енергії знаходяться не на материках. Земля відводиться під сади й поля, зони відпочинку, навчання, роботи. Антени для вловлювання енергії розміщено на закорених суднах. Ними можуть бути двокорпусні або трикорпусні судна. Вони значно менше піддаються хитавиці. На величезних палубах-платформах розташовані чаші приймачів-антен. Платформи опираються на надводні або напівзанурені корпуси, що нагадують сигари дирижаблів. Енергетичні катамарани чи тримарани з'єднує з берегом мережа підводних кабелів, які підходять до автоматичного центрального пульта управління — АЦПУ, звідки електрична енергія розподіляється, залежно від навантаження, між районами.

Антени можна встановити і на стаціонарних морських платформах із сталі й залізобетону, огорожених від хвиль штучним молотом. Платформи стоять на велетенських порожніх колонах, які опираються на морське дно. В тілі колон поярусно розміщено виробництво — споживачі електроенергії. Частина її йде на підводні рудники, що споруджені на дні в районі енергетичної плат-





форми. У тиху гавань, утворену молом, заходять судна, щоб забрати готову продукцію і доставити її на материк.

Звісно, жодній, окремо взятій, державі на земній кулі не підняти такої програми. Тільки співдружність багатьох країн у галузі науки і техніки, в освоєнні космосу і морського дна, спрямування ресурсів і таланту людей не на створення космічної зброї, як це намагається зробити адміністрація США, дасть змогу здійснити найграндіозніші плани передачі сонячної енергії за маршрутом Місяць—Світовий океан—континенти Землі.

А втім, континенти Землі відчують не лише енергетичний голод, а й дефіцит освітлення. Додаткових джерел світла гостро потребують зони, що зазнали стихійного лиха; моряки і льотчики, які ведуть рятувальні роботи і пошук людей, що опинилися в океані не з своєї волі.

Можна освітити зони, де необхідно організувати роботу в нічний час. Наприклад, великі будови у високих широтах або сільськогосподарські райони в період сівби і жнив. Зміна режиму освітленості — як за тривалістю, так і за спектром — дасть змогу збільшити врожайність сільськогосподарських культур і, очевидно, приведе до підвищення інтенсивності росту рослин, стане засобом боротьби з короткочасними нічними заморозками.

Розрахунки показують, що принципово можлива, наприклад, значна інтенсифікація на великих площах виробництва зернових у середніх широтах.

У творах Козьми Пруtkова «Плоди роздумів» є таке: «Якщо у тебе спитають: що корисніше, сонце чи місяць? — відповідай: місяць. Бо сонце світить удень, коли й без того світло, а місяць — уночі».

Жарти жартами...

Щоб розв'язати більшість цих завдань, достатньо «підвісити» в космосі близько ста повних місяців. Звичайно, не слід думати, що вчені пропонують «побудувати» сто штучних місяцесупутників Землі. Проект передбачає космічний монтаж безлічі мікровідбивачів в один або кілька гігантських рефлекторів і їхнє розміщення на орбіті висотою 1600 кілометрів. Кожен із мікровідбивачів нагадуватиме звичайну упаковану парасольку з полімерної металізованої плівки, яка автоматично розкриватиметься після доставки на орбіту.

Рефлектор, що відкидає на планету сонячне світло, без сумніву, припадає до вподоби й автомобілістам, і економам. Використання супутників-рефлекторів для по-

довження світлового дня на кілька годин у великих містах забезпечить безтіньове освітлення вулиць і транспортних магістралей. Буде воно й економічно вигідним. Скажімо, витрати на освітлення з космосу п'яти таких міст, як Москва, окупляться тільки завдяки економії електроенергії за 4—5 років. До того ж ту саму систему супутників-рефлекторів можна перемкнути на іншу групу міст.

## ОКЕАН «СЛУХАЄ» СОНЦЕ

У мене на столі приймач «Океан». Як і інші транзисторні співбрати, він приймає і підсилює електромагнітні хвилі, довжина яких не менша за кілька метрів. У лазерів робоча довжина хвиль вимірюється мікронами. А між цими областями лишився діапазон хвиль із надзвуковою частотою (НАЧ) довжиною від кількох сантиметрів до сотих часток міліметра.

З освоєнням міліметрових і субміліметрових хвиль пов'язані надії на розв'язання багатьох технічних задач.

Передавати енергію можна лазерним променем або високочастотним випромінюванням. Переваги лазерного способу — можливість формування вузького променя і малі розміри передавальних і приймальних пристроїв, але лазерне випромінювання поглинається атмосферою.

Цієї вади позбавлені НАЧ-випромінювання. Вони безперешкодно проходять крізь товщу атмосфери, тумани і навіть суцільну хмарність. Втрати при перетворенні енергії порівняно невеликі. З орбітальних сонячних електростанцій НАЧ-генератори передадуть на Землю величезні потоки енергії в строго потрібному для споживачів напрямку.

НАЧ безпечний. Навіть у його центрі щільність потоку енергії нижча, ніж інтенсивність сонячної радіації літнього безхмарного дня. Щоб одержати високий ккд передачі енергії у надвисокочастотному діапазоні, під наземні приймальні станції треба відвести велику площу. Тут треба встановити і з'єднати сотні тисяч блоків-випрямлячів.

Відводити стільки цінної землі, напевно, буде невигідно, і чи не виявиться дешевшим будівництво енергоміста на штучному острові? Подібні проекти вже є. Наприклад, його можна звести, використовуючи електричний струм, що подається на циліндри з алюмінієвої



сітки. Вони встановлюються в морі у вигляді стільників і закріплюються якорями. Під дією струму на стінах циліндра відкладаються солі, що містяться у воді, які утворюють масу, схожу на бетон. Далі стільники заповнюються відходами алюмінієвого виробництва, і штучний острів готовий.

Довкола острова зводять плавучий хвилеріз. Судна доставляють до причалів острова для комутації блоки-випрямлячі, а тим часом кабельні судна вже прокладають підводні лінії між материком і наземною приймальною енергостанцією.

Фантазія? Але ще 1981 року Європейське товариство з космічних досліджень доручило одній із датських фірм розробити проект побудови в Північному морі штучного острова (100—200 квадратних кілометрів) із системою антен для приймання електроенергії, яка посилатиметься на Землю з орбітальної геліостанції. Передача енергії з космосу планувалася з допомогою лазера або направлених потоків НАЧ-випромінювань.

Учені вважають, що космічні монтажники складуть першу сонячну електростанцію на низькій (500 кілометрів) довколаземній орбіті, а потім вони перемістять її на геостаціонарну орбіту висотою близько 36 тисяч кілометрів над поверхнею Землі в екваторіальній площині.

На нову орбіту КЕС буде переведено з допомогою двигунної установки, що працюватиме на хімічному пальному.

Запуски перших десятків, а згодом і сотень супутників серії «Космос» дали змогу освоїти різні висоти й орбіти: скажімо, «Космос-918» борознив «небесне поле» на відстані 131—265 кілометрів від поверхні Землі, 1030-й і 1261-й — від 600 до 40 000 кілометрів, а 159-й піднімав «космічну цілину» за 60 600 кілометрів від нашої планети.

Супутникова сонячна електростанція. Якою вона буде на вигляд?

...Наш космічний корабель підлітає до платформи площею в кілька десятків квадратних кілометрів. На ній встановлено сотні тисяч напівпровідникових елементів, імпульсний перетворювач і щільну антену для передачі енергії на Землю. Платформа постійно орієнтована на Сонце. Для прийому космічних ракет на ній передбачено високий причальний майданчик. Він надійно захищає елементи від пошкодження при швартовці і відльоті ракет.

Корабель доставив на місце роботи чергову вахту космічних монтажників.

А вантажі — конструкції і батареї. Їх «закинула» сюди електромагнітна катапульта — рейковий прискорювач для запуску в космос будівельних матеріалів за межі Сонячної системи. Дуже висока швидкість запуску — 76700 кілометрів на годину не дає змоги використовувати цей прискорювач для запуску пілотованих космічних кораблів.

Установка складається з двох паралельних струмопровідних рейок, між якими проходить готовий до запуску об'єкт.

Рейкові напрямні для запуску об'єктів масою в одну тонну на довколаземну орбіту можуть розташовуватися уздовж схилу гори завдовжки 6,4 кілометра. Через удар при переході звукового бар'єра прискорювачі збудовано у віддалених районах, і ми дізналися про благополучне причалювання вантажів тільки в день прибуття на геліоплатформу.

Вирішено наростити платформу і збільшити кількість елементів. Всі розмістились у космічному катері — герметизованому маніпуляторі. На борту спеціальні змінні інструменти, лебідки, якорі, що страхують монтажників і летючий кран. Катер доставив нас на складальний майданчик. Звична процедура «входження» у скафандри, і матроси Всесвіту впливають у відкритий космос для роботи.

І знову поставимо собі питання: фантастика?

Із повідомлення ТАРС. Центр управління польотом. 19 травня 1984 року.

«Відповідно до наміченої програми польоту командир і бортінженер здійснили п'ятий вихід у відкритий космічний простір і виконали монтаж додаткових панелей на другу сонячну батарею».

## ЦЕ БУЛО В КОСМОСІ

Установку додаткових сонячних батарей було заплановано при створенні станції «Салют-7» для збільшення потужності системи електроживлення. Ці роботи почали Володимир Ляхов та Олександр Олександров у листопаді 1983 року.

18 травня 1984 року о 21 годині 52 хвилини за московським часом космонавти Леонід Кизим і Володимир



Соловйов відкрили зовнішній люк і вийшли із станції. Вони доставили в зону проведення робіт контейнери з додатковими сонячними батареями, необхідні інструменти і пристосування. Використовуючи спеціальні конструктивні елементи, механізми і фіксуючі пристрої, космонавти встановили і привели в робоче положення першу додаткову сонячну батарею.

Далі космонавт-дослідник Олег Атьков, що знаходився за пультом управління станцією, розвернув нарощувану сонячну батарею на 180 градусів, а командир і бортінженер провели монтаж другої додаткової панелі. Встановлені сонячні батареї оснащені ефективними фотоелементами, виготовленими з арсеніду галію.

Довгий космічний вік у позаземних геліостанцій. Так, за розрахунками фахівців із балістики «Космос-80» «мовчки» літатиме довкола нашої планети сто століть. Якщо не перетне їй шлях заблуканий метеорит, сконцентровані імпульси сонячної енергії багато років ітимуть від станції до приймальних антен Землі.

Зрештою, про безпеку земних геліостанцій учені вже подбали. Правда, поки що йдеться про протиградні матеріали — легкі, міцні, дешеві, здатні принаймні протягом кількох десятиліть витримувати дію різних метеорологічних факторів, зокрема граду.

Звичайно, градина не метеор, але, падаючи вниз із великою швидкістю, яка іноді перевищує 15 метрів у секунду, крижинки-градини діаметром 10 сантиметрів і масою 500—770 грамів можуть завдати чималої втрати техніці. До речі, такі розміри і маса «небесних крижинок» іще не межа. Вага окремих градин, що випали у квітні 1981 року в Китаї, досягала 7 кілограмів!

У зимових умовах пройшли випробування різні композитні матеріали: полірований алюміній, а також скловолокно. Останнє виявилось найстійкішим. Пройшовши випробування в гідрокосмосі, склавши екзамени на підводних апаратах, скловолокно, можливо, знайде застосування як метеоростійкий матеріал на позаземних геліостанціях.

Геліостаціонарна орбіта — космічна ніша, якою сьогодні літають тільки супутники зв'язку та метеосупутники, має важливе достоїнство. На ній кутові швидкості обертання нашої планети і космічної електростанції збігаються. Спостерігачеві на Землі вона видається нерухоною, підвішеною над ним, як сигнальна ракета, що раптово спинилась у своєму русі.

Цілодобово освітлювана сонцем, позаземна станція практично безперервно вироблятиме електроенергію. Лиш на короткий час (перед днями весняного й осіннього рівнодення) енергетичний супутник попадатиме в тінь Землі. Після подвійного перетворення енергія потече проводами й кабельними лініями до міст і сіл, заправочних станцій для електромобілів та електрольотів.

А втім, чому б і на землі не передавати енергію без проводів? Власне, чи не так ми робимо, транслюючи радіо- і телепередачі.

Сторінка з біографії одного дисертанта й одного винахідника.

1874 року з Одеси до Петербурга пішов лист від професора Новоросійського (нині Одеського) університету маститому академікові-математику. Зокрема він стосувався відгуку одеського професора на докторську дисертацію 28-річного вченого Миколи Олексійовича Умова (1846—1915) «Урівнювання руху енергії в тілах».

«...Я зроду ще не читав такої нісенітниці!» — писав професор своєму петербурзькому кореспондентові.

На щастя для науки, Умов усе-таки захистив свою дисертацію в стінах Московського університету, був обраний згодом його професором і президентом Московського товариства дослідників природи. Захист відбувався в запеклих словесних баталіях і тривав понад шість годин. Напевно, опір і нерозуміння, виявлені сучасниками дисертації, «відлучили» вченого від цієї роботи. Хоча в ній Умов уперше теоретично обґрунтував перенесення енергії між двома взаємодіючими тілами, просторово віддаленими один від одного. До неї він більше не вертався.

Умов був першим російським фізиком-теоретиком.

Серб Николо Тесла (1856—1943) — талановитим фізиком і винахідником у галузі електро- та радіотехніки. Він провів дослідження по передачі електромагнітної енергії через повітряний простір без проводів.

На рубежі ХХ століття, в 1899 році, у Колорадо (США) Тесла збудував радіостанцію потужністю 200 кіловатів і зумів передати енергію на 1000 кілометрів. Правда, практичний результат «трансляції» енергії був далеко скромніший. Теслі вдалося забезпечити роботу кількох невеликих електромоторів і свічення електролампочок тільки на відстані 25 кілометрів.

Але й це вже була перемога, яка відкривала майбутнім поколінням можливість перенесення енергії в просторі.



## ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ БЕЗ ТУРБІН

20-ті роки ХХ століття. Незвичайний і чудовий, важкий і суворий час у житті нашої країни. Вже ясно, що зовнішній ворог — інтервенти всіх мастей і релігій та білогвардійці — зазнали нищівної поразки. Але ще треба очистити окремі райони країни від дрібних банд і викорчувати басмацтво в Середній Азії. Тут, після чергових, безглузвих за своєю жорстокістю набігів, лишаючи за собою кривавий слід і дим пожеж, як боягузливі шакали, квапливо відходять за кордон воїни аллаха разом з іноземними інструкторами-вбивцями.

Ще голодно і холодно. У багатьох районах України, на Кубані не золотий пшеничний колос, а бур'яни підіймаються над полями, мовчать донецькі шахти, тихо на бакинських нафтопромислах, стоять без палива й енергії заводи і фабрики. Але 180 учених, реалізуючи задум Володимира Ілліча Леніна, уже створюють план ГОЕЛРО, шукають нових джерел енергії, пропонують «запрягти» вітер і сонце. Наукове життя вирус, і здається, що немає межі можливостям звільненого розуму. Нові люди — вчорашні будьоннівські кіннотники і червоні партизани; недавні безпритульні, яких повернули обличчям до світлого життя суворі й віддані бійці революції — чекісти; робітники й селяни від верстата й сохи пішли на штурм науки. В країні росте мережа вузів і робфаків, створюються наукові інститути, і мрія про польоти в космос та на інші планети реалізується в організації групи вивчення реактивного руху. Це — славетна ГІРД, піонер майбутньої космічної програми СРСР і радянського ракетобудування.

Приблизно в ці ж роки у Ленінграді академік Абрам Федорович Йоффе — «тато Йоффе», як з любов'ю і повагою називали згодом свого вчителя найвидатніші радянські фізики — академіки Олександров, Курчатов, Зельдович, Харитон, говорив про пряме перетворення сонячної енергії в електричну з допомогою фотоелементів.

1938 року учні академіка Йоффе створили сіркаталієвий фотоелемент із ккд, що дорівнював одному проценту. Це було світове досягнення! І відтоді йшла вперта боротьба за кожну частку процента.

Потім на авансцену вийшов монокристалічний кремній. Ккд найкращих лабораторних зразків сонячних батарей із монокристалів кремнію досягає 18—20 процентів, промислових зразків — 12—14 процентів.

Згадаймо недалеко минуле. 4 жовтня 1957 року запущено перший у світі радянський ШСЗ. 38 процентів загальної маси супутника припадає на хімічні джерела струму, а вистачило їх на три тижні. З перших кроків розвитку космонавтики перед конструкторами стояло непросте питання: який тип джерела енергії використати на борту? І ось поступово вимальовуються грані космічної енергетики.

У 1958 році на третьому радянському ШСЗ уперше було встановлено сонячні батареї. Від часу запуску «Спутника-3» (СРСР) та «Авангарда-1» (США), на яких були сонячні батареї, фотоелектричний метод перетворення сонячної енергії залишається основним способом електропостачання космічних апаратів.

Фотоелектричні перетворювачі сонячної енергії на основі напівпровідників, або, як їх іще називають, сонячні батареї (СБ), посідають провідне місце в системах енергопостачання космічних апаратів. Ккд найкращих сонячних батарей вже можна порівняти з ккд автомобільного двигуна. Доведено, що ккд сонячних батарей можна підвищити до 30 і навіть більше процентів. Ними почали обладнувати супутники, кораблі, орбітальні станції. Наскільки ефективна їхня дія, продемонстрував радянський апарат «Луноход-1», доставлений на найближчого сусіда Землі автоматичною станцією «Луна-17». Саме енергія сонячних променів, як відомо, забезпечила його подорож по кратерах і горах Місяця.

Звісно, різноманітність космічної тематики не дає змоги повністю відмовитися від електрохімічних джерел струму. Їх встановлюють на неорієнтованому супутнику, призначеному для нетривалих досліджень.

Космічні апарати, що виконують довгочасні роботи на орбіті, оснащені сонячними батареями.

Сьогодні в народному господарстві країни нагромаджено значний досвід використання фотоелектричних установок. Створено надійні і прості в експлуатації зразки «наземних» перетворювачів малої потужності. Вони здатні працювати в найрізноманітніших кліматичних умовах довгі роки, не потребуючи ні палива, ні обслуговування. Це підтверджено практикою експлуатації установок, розкиданих від Баренцового моря до Саянів.

Фотоелектричні перетворювачі потужністю до 500 ватів успішно пройшли випробування як автономні джерела живлення на маяках і системах катодного захисту



газопроводів, автоматичних метеорологічних станціях і лініях зв'язку, які так далеко знаходяться від магістральних ліній і шляхів сполучення, що їхнє безперебійне постачання енергією складає велику проблему.

Досвід експлуатації сонячних станцій малої потужності показує, що навіть за нинішньої досить високої їхньої вартості вони мають перевагу перед змінними акумуляторами, гальванічними елементами, малопотужними тепловими двигунами.

Як знизити собівартість сонячних батарей? Передусім треба здешевити виробництво напівпровідникового матеріалу, що йде на їхнє виготовлення, і використати для «наземних» сонячних батарей простішу технологію, яка допускає широку автоматизацію ряду процесів. Це дасть можливість істотно знизити вартість сонячних елементів. Принципових обмежень для розробки такої технології не існує.

У ряді проектів «наземні» фотоелектричні станції уявляються їхнім авторам у вигляді своєрідних енергетичних полів, що складаються із сонячних батарей, у яких використовуються матеріали з високим процентом перетворення світла, що падає, в електрику. Відкриття і дослідження академіка Жореса Івановича Алферова, за які його було удостоєно Ленінської премії, свідчать, що нові матеріали можуть перетворювати до 90 процентів такого світла в електроенергію.

Перспективний і шлях використання концентратів сонячного випромінювання. Його запропонували в 1970 році радянські вчені. У цьому випадку «наземні» станції являтимуть собою дзеркальні поля, що концентрують сонячну енергію на приймачі з монокристалічних фотоелектричних перетворювачів.

Застосування параболічних дзеркал і оптичних лінз дає змогу при однаковій потужності установок зменшувати площу сонячних батарей і значно знизити загальну вартість сонячної станції. Виготовлення дзеркал приблизно в тисячу разів дешевше за сонячні батареї тієї самої площі.

### ІЗ ПОВІДОМЛЕННЯ ТАРС

На сонячне енергопостачання переведено чабанське селище Інер-Чага в Каракумах. Міні-електростанція із ста батарей — кремнієвих перетворювачів променевої

енергії в електричну — постачає тепер струмом три невеликих будинки і сім юрт.

Енергія світила полегшила і працю людей. Раніше, щоб напоїти отару овець, воду доводилося тягати з колодязів уручну. Зараз цю роботу виконують електронасоси.

Селище Інер-Чага розташоване в пісках. Прокладати сюди лінії електропередачі нерентабельно. Невеличка геліоелектростанція дає змогу понад 250 днів на рік користуватися дешевою сонячною енергією.

### ВОДОКАЧКА В ОКЕАНІ

Вчинено злочин. Розслідування веде сержант Беррелл. Знаряддя злочину — пістолет, очевидно, викинуто у воду. Сержант обрав рішення шукати пістолет на дні, щоб викрити вбивцю.

— Почнемо звідси, — мовив Баррелл, узявши скафандр, і невдовзі він з'явився на палубі в довгих шерстяних кальсонах і фланелевій фуфайці.

Один із матросів зауважив мимохідь:

— Ви легко вдяглися. Замерзнете там, унизу.

— Я зараз іще що-небудь одягну, щоб почувати себе у воді тепло і зручно.

По цих словах він заходився нанизувати на себе одну пару кальсон за одною і безліч фуфайок. Сержант став схожий на безформну тушу. Я вперше бачив, як одягаються для спуску під воду, і поняття не мав, що такі складні приготування були найзвичайнішою процедурою. У той момент я думав, що п'ять пар кальсон одразу — це черговий вибрик Беррелла. Двоє матросів заштовхали його у скафандр, перевірили, чи все на місці, і от уже перед нами стояв справжній водолаз у повній амуніції.

Розповідь про хід розслідування не входить у наші плани, і допитливий читач може дізнатися, як було знайдено вбивцю, прочитавши детективний роман англійського письменника Чарлза-Персі Сноу «Смерть під вітрилами». До речі, роман було екранізовано, і шанувальники детективного жанру, напевно, дивилися цю телекартину.

Нас цікавить зовсім не детективний бік проблеми, як і герой цього роману (його написано в 30-ті роки), від імені якого ведеться розповідь. Нас цікавить, у що вдягається водолаз через півстоліття.



*Довідка.* Водолазну шерстяну білизну виготовляють із шерсті з доданням для міцності бавовняної нитки. У комплект водолазної білизни входять: светр, рейтузи, феска, панчохи, носки і рукавиці. Маса його 2,3—2,7 кілограма.

На палубі бота екіпаж, який забезпечує спуск водолаза, змагає від 30-градусної спеки, а під водою температура не піднімається вище за 5 градусів. До речі, останнім часом з'явилися гідрокомбінезони і водолазні скафандри, що прогриваються. У них, як спіраль в електроплитку, вмонтовано нагрівальні елементи. Шланг-кабель з'єднує комбінезон із бортовою електростанцією.

Є ще інший спосіб обігріву підводника. Під водолазний скафандр по окремому шлангу прокачують гарячу воду.

Водолаз «гріє» море... Певернемося в літо, на поверхню. Сонячні промені, не затулені жодною хмаркою, досягають поверхні води і віддають океану тепло. Частина променів нагріває поверхню океану, частина — йде «під воду». Але сонячна енергія проникає на глибину лише кількох метрів. Далі їй шлях заказано через властивості води.

Сонячне світло, що проникає в морську воду, — це одна з форм енергії. При поглинанні морською водою сонячне світло перетворюється в тепло і підвищує температуру води, але тепловий ефект променевої енергії на глибині лише одного метра уже в 8350 разів (!) менший, ніж біля поверхні. Звичайно, якась частина тепла досягає і більших глибин, та вже за рахунок механічного перенесення вод вітровими хвилями й течіями вертикального перемішування (конвекції).

*Довідка.* Якби вся оця енергія пішла на нагрівання верхнього 100-метрового шару океану, то за рік його температура підвищилася б на 12 градусів. У середньому по всій земній кулі та сама кількість тепла, яка поглинається морем, повинна повернутися в атмосферу і космічний простір. Інакше температура океану зростала б безперервно...

Що сталося б тоді з нашою планетою, надамо право «розбиратися» письменникам-фантастам. Є кілька гіпотез про походження життя на Землі. Одна з них, на сьогодні, найбільш популярна й обґрунтована. Вона називає місцем народження життя океан. Про нашу «спорідненість» свідчить кров, що близька за своїм складом до

морської води. Океан надійно прикрив перший вогник життя на планеті від нищівного подиху сонячних променів.

Минули мільйони і мільйони років.

Сьогодні вчені і спеціалісти дедалі частіше поглядають на океан, як на величезну сонячну панель площею 361 мільйон квадратних кілометрів. Сонячні промені, що падають на неї, несуть енергію, для одержання якої треба було б запустити 100 мільйонів (!) атомних енергоблоків потужністю в мільйон кіловатів.

Стали популярні проекти, пов'язані з прямим використанням тепла, яке океан дістає від сонця. Мова йде про різницю температур між нагрітим поверхневим і глибинними шарами. Є кілька шляхів. Можна використати пряме термоелектричне перетворення з допомогою затоплених напівпровідникових батарей. Зовсім як у фантастичному романі Аркадія Адамовича «Тасмниця двох океанів»!

Розрахунки показують, що такий метод дає змогу одержати з кожного квадратного кілометра океану стільки ж електрики, скільки дають кілька потужних сучасних електростанцій. Але більш перспективний термомеханічний спосіб перетворення енергії. Можна здійснити випаровування рідини, а отже, і привести в рух турбіну з генератором. Правда, такі електростанції можуть бути створені тільки в теплих водах, де різниця температур досягає 20—25 градусів. До речі, в Чорному морі улітку вода прогривається біля поверхні до 24 градусів, а на двадцятиметровій глибині температура вже падає до 8 градусів.

Використати різницю температур у морі для вироблення енергії таким способом запропонував у 1881 році французький фізик Жак д'Арсонваль. Першу експериментальну станцію було збудовано 1930 року. Вона мала потужність лише 22 кіловати і працювала за найпростішим — відкритим — циклом, використовуючи як робочу рідину морську воду. Тепла вода передається з поверхні у випарник із низьким тиском, де перетворюється в пару й обертає турбіну. Далі пара охолоджується холодною водою з глибини, а відпрацьована вода викидається у море.

Станція відкритого циклу дає не тільки енергію, а й прісну воду. Вона може знайти застосування там, де прісна вода дефіцит.

Один із грандіозних проектів використання різниці



температур передбачає будівництво плавучого острова водотоннажністю 230 тисяч тонн. Над водою виступає лише циліндрична надбудова діаметром 20 метрів, а підводна частина (діаметр центрального сердечника 75 метрів) йде на глибину, ще глибше — на кілометр униз — тягнеться труба (її діаметр близько 30 метрів) для забору холодної води — своєрідна водокачка в океані. Станція повинна працювати на більш складному, закритому, циклі і використовувати як робочу рідину аміак. Він підігрівається теплою водою, випаровується у випарнику, обертає турбіну, охолоджується холодною водою і знову повертається у випарник.

Перед будівниками морських теплових електростанцій стоїть чимало перепон: електрохімічна корозія, що руйнує метал і бетон; бурхливе обростання споруди молюсками й водоростями; сильне утворення накипу. Та найголовніша незручність — залежність установки від погодних умов і коливань у надходженні вихідної енергії. Температура води непостійна. Ще одне складне завдання — створення надійної і недорогої системи передачі енергії з плавучих електростанцій на берег.

Власне, чи так необхідна ця система? Один із проєктів пропонує повністю відмовитися від передачі електроенергії кабелями і використовувати її на місці як джерело живлення плавучих хімічних фабрик, підводних рудників або комплексу підприємств, споруджених на штучному острові. Завдання це не менш привабливе, аніж перспективи будівництва космічних електростанцій.

До речі, можливість одержання порівняно дешевої енергії в океані ще раз привернула увагу до «водневої енергетики».

...Опинившись у країні Мелп-Уайт і ставши її мимовільними полоненими (не шукайте цієї країни навіть на найдетальнішій карті), герої повісті Артура Конан Дойла «Втрачений світ» намагалися покинути її з допомогою повітряної кулі, наповненої воднем.

Упродовж десятиліть ним заповнювали оболонки повітряних куль і дирижаблів перші повітроплавці. З цим газом пов'язаний розквіт дирижаблебудування, і водень же у прямому значенні прирік на загибель не тільки безліч дирижаблів, а й усі плани подальшого будівництва цих «повітряних сигар».

Пожовклі фотографії зафіксували загибель таких колосів, як німецький «Гінденбург» та англійський «ІОІ».





Справді, з дирижаблями пов'язано чимало трагічних подій в історії освоєння п'ятого океану.

Найбільший із збудованих дирижаблів — «Гіндеабург» від водню, що спалахнув, згорів за кілька хвилин.

4 жовтня 1930 року гордість англійських повітроплавців — дирижабль «ІОІ» вирушив у свій перший і останній рейс. Переліт в Індію був задуманий як наочна демонстрація надійності і безпеки апаратів, що легші за повітря. Через кілька годин після старту, ледве минувши Ла-Манш, «ІОІ» несподівано втратив висоту і врізався у пагорб. Руйнування довершив спалахнувший водень...

Сьогодні відомі способи його «приборкання», і тому у водню знайшлося немало земних професій.

Хімічні властивості водню надзвичайно своєрідні. При взаємодії з лугами він утворює солеподібні сполуки. З бором і алюмінієм — дивовижні полімерні сполуки. У поєднанні з вуглецем — метан і вуглеводні, азотом — аміак, галогенами — фтористоводневу, або плавикову, хлористоводневу, або соляну кислоти і т. д.

Водень називають паливом майбутнього ще й тому, що спеціалісти вважають: із часом на цей вид палива перейде більшість автомобілів планети.

Водень — екологічно найчистіше паливо через те, що при згорянні утворює воду. Але для електролізу водню потрібна велика кількість енергії. Ця енергія повинна бути економічно вигідною та екологічно чистою, інакше буде поховано саму ідею водневої енергетики. Енергію дають сонце і море.

Є проект будівництва заводу по виробництву водню з морської води, який займе в Тихому океані площу 10 квадратних кілометрів. Морська вода на заводі розкладатиметься на водень і кисень шляхом електролізу. Продуктивність заводу складе 600 тонн водню і 4800 тонн кисню на добу. Вироблювані на заводі гази доставлятимуться на берег у зрідженому стані. Сонячну енергію зберуть із допомогою сонячних колекторів і використають для одержання пари, яка надійде в паротурбогенератори. Завод складатиметься із 48 секцій із власними сонячними колекторами, генераторами й електролізерами.

Енергію дасть і водокачка в океані, що працюватиме на різниці температур морської води. І легко уявити собі армади риболовних, вантажних та пасажирських суден із водневими двигунами, які заправлятимуться біля плавучого острова в Тихому океані.

Учені й винахідники в різних країнах світу шукають інших способів відібрати в океану, у надр Землі, у космосу частинки їхньої титанічної могутності. Але для того щоб розповісти бодай про кілька таких проектів, не вистачило б і багатьох книжкових томів.

## ЧИЙ СИН ВІТЕР?

Відповідь одна: Сонця! Енергія, народжена сонячними променями, використовувалася людьми ще у сиву давнину. Не відомо, коли, де і хто першим напнув на примітивний щоглі вітрило. Можливо, це відкриття було зроблене одночасно (десятиліття не рахуються) у різних куточках планети. Приморські народи зшивали, сплітали, з'єднували іншим способом шкури, циновки, парусину — всяк на свій лад, із матеріалу, що був напихваті.

Як правило, вітри міняють напрямок і швидкість залежно від атмосферного тиску і перепадів температур. Причина виникнення останніх — нагрівання атмосфери сонячними променями. Проте в деяких районах океану вони дмуть із завидною постійністю, і екіпажі вітрильників змушені були пристосовуватися до таких умов плавання. А от на 30-х паралелях, по обидва боки від екватора, переважають штилі, які були в ті роки для вітрильних суден не меншою небезпекою, ніж буря.

Сонце, безвітря, нудьга. Від вигляду вітрил, що обвисли, мов ганчір'я, шаленіли капітани, звірили від неробства боцмани. Не допомагав і «перевірений» спосіб викликати вітер — свист: хоч скільки свистити — вітру не висвистиш... Недаром ці райони океану моряки називали «кінськими широтами». Вітрильники, що перевозили коней, опинившись тут під час штилю, тижнями стояли в океані, а живий вантаж, коні, гинули від голоду.

До постійних вітрів належать пасати. У середній півкулі середня швидкість пасатів досягає 8, а в південній — 12 вузлів. Стійкі західні вітри штормового характеру в Південній півкулі мають особливу силу. Вони викликають хвилювання на морі і створюють зону ураганів, які опоясують усю земну кулю. Про ці вітри ходить дурна слава.

1708 року раптовий ураган за лічені хвилини розбив і потопив 400 кораблів і вирвав із корінням близько 250 тисяч вікових дерев на території Англії та Франції. Майже через двісті років, у 1903 році, вітер за недовгий час



зруйнував ущент підмосковні села Чагіно, Коптєво, Грай-вороново, Цапино... Можна було б навести чимало свідчень буйства і руйнувань, заподіюваних вітром.

Однак уже на зорі цивілізації люди відкрили, що вітер приносить не тільки лихо. «Секрет» управління вітром, використання його енергії у своїх цілях розкривалися і накопичувалися поступово.

Вітряки і водопідіймальні пристрої, для яких вітер був джерелом енергії, справно мололи зерно і качали воду спрадавна. До речі, вітряки, напевно, були одним із перших багатоцільових винаходів людства. Вони не тільки мололи зерно, тютюн і прянощі. Вони розпилювали колоди і дошки, ткали полотно, били олію, осушували заболочені місця.

Вітряки в Голландії перекачували поверхневі води в океан, рівень якого вищий від рівня значної частини території країни.

За 55 століть практично не зазнала змін конструкція вітряків. Один із них зберігся в Англії. Його збудовано у 1665 році. Поважний вік не заважає вітрякові робити свою справу.

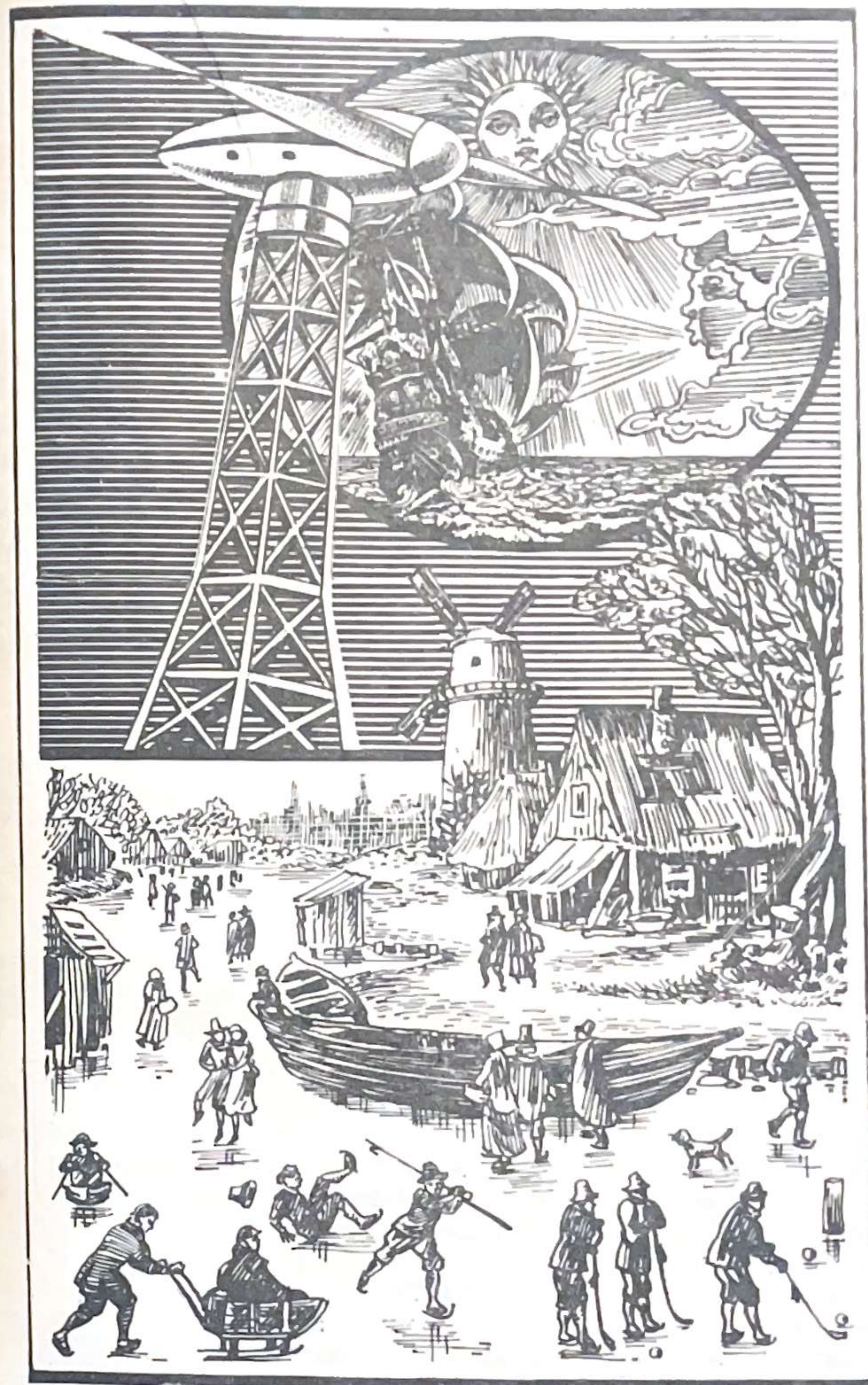
У минулому в нашій країні на підвищених місцях, над дорогами, як правило, стояли вітряки. До Великого Жовтня їх налічувалося близько 250 тисяч. Вони перемелювали половину річного грожаю. Порипуючи під натиском вітру дерев'яними крилами, вітряки видавали духмяне, грубого помелу борошно. Зерно засипалося між двома важкими жорнами — млиновими колесами, покладеними одне на одне. Верхнє колесо поволі оберталося по колу. Його приводив у рух вітряк.

Зараз їх не побачиш. Кажуть, навіщо, мовляв, вітряки, якщо в кожному колгоспі і радгоспі десятки електромоторів, вони жорна покрутять, це швидше і мороки менше. Може, й так, але не варто од вітряків відмовлятися. До всякого діла треба підходити по-господарському.

### 1. Вітри на обліку

(Розповідь про «вітростатистику»)

Академік Петро Петрович Лазарєв підрахував, що енергія вітру в 3000 разів перевищує енергію, одержувану в світі від спалювання звичайного вугілля.





А чи не можна доручити вітрові замінити частково і вугілля, і нафту, і газ? У цьому напрямку чимало й плідно працював багато хто з вітчизняних учених, у тому числі Юрій Васильович Кондратюк (1900—1942) — один із піонерів космонавтики.

Наша країна не відчуває труднощів у паливно-енергетичних ресурсах. Однак і берегти їх треба.

Рішення XXVI з'їзду партії передбачають збільшити масштаби використання в народному господарстві відновлюваних різних джерел енергії. Спеціалісти вважають, що там, де важко підвозити вугілля чи нафту, де складно протягти газопровід і підвести електромережі, не можна відводити плодородні землі під будівництво сонячних електростанцій, доцільніше використати силу сина Сонця — вітрову енергію.

Учені вважають, що в районах із середньорічною швидкістю вітру понад три з половиною метри у секунду будувати вітроенергетичні установки вигідніше, аніж теплові. У нашій країні таких місць немало. Наприклад, у більшості гірських районів країни середньорічна швидкість вітру перевищує 6 метрів у секунду і, що головне, — тут дуже мало безвітряних днів. За деякими оцінками — не більш як 20 процентів на рік.

Використання енергії вітру принесе в копилку енергетики кілька мільярдів кіловат-годин електроенергії.

Вітри, що дмуть на неосяжних степових просторах, узяті на облік ученими Казахстану, які вивчають проблему використання цієї екологічно чистої енергії. Найщедрішими на неї виявилися великі території поблизу Каспійського та Аральського морів і озера Балхаш.

## 2. Борей живе за перевалом

(Розповідь про один проект)

Один із суворих вітрів — холодний і злий вітер Борей стародавні греки оселили на Чорноморському узбережжі, відвівши йому територію за Маркотхським хребтом, що оторочує із північного сходу Цемеську (Новоросійську) бухту.

Стародавні греки — нащадки славних мореплавців, героїв Гомера, — прийшли на береги бухти, очевидно, ще в V столітті до н. е. Вони заснували тут місто Бата. Але йому не вдалося пережити величі і слави інших

давньогрецьких поселень — Херсонеса чи Пантікапея (сучасна Керч).

Розвиток Бати, напевно, стримували суворі кліматичні умови. Вихідцям із теплого Середземномор'я допікали північно-східні вітри. Ось чому стародавні греки були впевнені у тому, що бог холодного вітру — Борей оселився за Маркотхським хребтом. По сьогодні в пам'ять про Борей тутешній північно-східний вітер зберігає назву бора.

Чорноморська бора, або інакше східний вітер, — це холодні потоки повітря, що стікають із гір і досягають ураганної сили. Швидкість їх перевищує 50 метрів у секунду. До речі, при всій своїй унікальності чорноморська бора не одинока у природі. Такий же вітер характерний для Нової Землі, приморських районів Далмації і Південної Франції.

Сапожников, герой повісті «Самшитовий ліс» Михайла Анчарова, був стихійним винахідником. Він міркував приблизно так: «Звідкілясь ізгори падає каміння, і здається, що є тільки два виходи. Один — якнайшвидше вийти з небезпечної зони, другий — збудувати навіс». Своєрідний «навіс» — щит проти безчинства бори, був запропонований кілька років тому в журналі «Метеорологія і гідрологія».

Ідея полягала ось у чому: враховується явище «вітрової тіні», яка частково вже використовувалася архітекторами при відбудові міста після війни. Автор пропонує спорудити уздовж деяких причалів біля східного узбережжя Цемеської бухти захисні будівлі, у вітровій тіні яких могли б у безпеці відстоюватися судна.

Анітрохи не применшуючи достоїнств пропозиції, продовжимо думку автора «Самшитового лісу» та його героя — винахідника Сапожникова. Вони відносять такі пропозиції до порядку лінійної логіки. «Та ось приходить хтось із нелінійною логікою і пропонує: використаймо енергію падіння... каміння».

Власне, використати енергію «падіння» бори і тим самим загнuzдати її, примусити замість руйнувань віддавати в мережу Новоросійська струм було запропоновано ще в 30-ті роки. Про це можна прочитати у Костянтина Паустовського. Свого героя Паустовський зустрів у горах, під Новоросійськом, на висоті 430 метрів над рівнем моря. Він мав «нелінійну логіку» і виявився автором цікавої ідеї вгамування бори.

Суть її така: треба відвести ураганний повітряний



потік у гладкостінні шахти-тунелі в гірському хребті Варада, щоб вирівняти атмосферний тиск із навітряного і підвітряного боків хребта. У тунелі, який виходить до моря, встановити вітроелектричний генератор, що віддаватиме енергію в мережу Новоросійська!

Мабуть, найпотужнішим вітродвигуном у передвоєнні роки була установка в районі Балаклави у Криму. Вона віддавала енергію в електромережу Севастополя. В 40-ві й почасті 50-ті роки захоплення вітродвигунами пішло на спад. Зараз інтерес до них зріс.

У Радянському Союзі розроблено десятки проектів вітроелектростанцій. На радянських полярних станціях, у віддалених селищах на островах, серед гір, у тайзі, на пасовиськах і фермах тундри, степів, пустель можна побачити лопаті на баштах або щоглах, які обертає вітер. Вони — джерела світла і тепла, підйомники біля колодязів, насоси в системах зрошення й осушення, опріснювачі морської і солонуватої води.

### 3. Як ловлять вітер

(Розповідь про техніку для «збирання» енергії)

Приємний легкий вітерець, що ласкаво обвіває нас жаркої літньої днини, переміщується зі швидкістю 16 кілометрів на годину. Він, звичайно, здатний привести в дію повітряну турбіну. Та... енергія вітру непостійна і, як то кажуть, розсіяна. Енергетикам потрібен «стабільний, концентрований» вітер.

Куди дме вітер і з якою силою — дізнатися не складно. Далеко складніше «зібрати вітри в упряжку». Будівників сталих вітроенергетичних установок підстерігає чимало труднощів. Їм, передусім, треба подолати не метеорологічні перешкоди, а технічні й технологічні.

Щоб зібрати більше вітру, доводиться споруджувати дуже довгі крила-лопаті. Їхню довжину, мабуть, можна порівняти з розмахом крил сучасного транспортного літака. Чим лопаті довші, тим більше сили діє на них. Під час роботи вони вгинаються від дії підйімальної сили і власної ваги, а також сили інерції. Метал стомлюється, втрачає міцність. І... відламується лопать або її частина. Вітроенергетична установка надовго виходить із ладу.

У більшості конструкцій вітродвигунів вісь пропелера з лопатями розташована як гвинт у літака — в горизонтальній площині. Застосовується і пропелер, вісь якого закріплена як у вертольота — у вертикальній площині. Зустрічаються й інші конструкції, наприклад, такі, що нагадують гігантські збивачки для молочних коктейлів, крильчасті, вітрильні й роторні.

Пропелерні вітряки мають, як правило, дві лопаті. Це, так би мовити, вимушене обмеження. Вітродвигуни з трьома-чотирма лопатями мали б не тільки вищий ккд, а й, на жаль, і вищу вартість. Правда, є проекти 50-лопатевого агрегатів — таких собі монстрів вітродвигобудування. Які з конструкцій «виживуть»? Це покаже час.

Проте, як слушно зауважив один винахідник, збільшення довжини або числа лопатей не можна назвати справжнім... винахідництвом. Потрібні пошуки нових вирішень.

За вітер платити не треба, але металеві лопаті коштують грошей і, до того ж, чималих, а строк їхнього життя, аж прикро, такий малий. У серійних установках навіть найнадійніші лопаті, як правило, працюють без поломів кілька місяців, від сили рік-два. Та вітряк окупив би себе повністю тільки за однієї умови: збирати вітер без заміни лопатей два-три десятиліття. Поки що це звучить фантастично!

Пробують замінити сталеві лопаті склопластиковими на основі епоксидної смоли. Матеріал цей не крихкий, стійкий до атмосферної корозії. Згадаймо, що в Світовому океані вже плавають судна із склопластика. Головне ж достоїнство склопластика в іншому. Навіть мала тріщина на сталевій лопаті — грізна провісниця великої аварії. У металі тріщина поступово росте, поглиблюється доти, аж доки настає критичний момент. Інша річ склопластик. Лопаті з нього ніби навиті шар за шаром. Кожен із них, образно кажучи, живе самостійним життям, і вади одного не загрожують бідою іншому. Досягнувши межі між двома шарами, тріщина «завмирає», не зачіпає нижчого витка склопластика.

Вся система вітроустановки — пропелер, авторегулятор, безступінчастий редуктор, який підтримує постійне число обертів, генератор та інша апаратура складається на майданчику, на самісінькій верхівці башти вітряка. Сучасному Дон-Кіхотові, навіть вилізши на спину Росінанта, не пощастить дістатися до вершини, де



знаходяться лопаті. Довелося б... викликати пожежну драбину.

Башта, як і лопаті, — споруда дорога. Вона повинна витримати масу обладнання і встояти під напором бурі, яка в поєднанні з напрямком вітру, що часто міняється, викликає в металі руйнування від втоми, подібні до тих, які спостерігаються при багаторазовому згинанні зразка.

Вітряки мають ряд переваг. Наприклад, вони не забруднюють атмосфери. Більша частина площі, на якій встановлено вітродвигун, може водночас використовуватися під сільськогосподарські угіддя або інші потреби. Проте не слід замовчувати і вад. До числа основних належить найсерйозніша: як зберігати енергію вітру? За вітряної погоди її хоч відбавляй, за безвітряної — бракує. Необхідно якимось чином компенсувати простої, накопичуючи енергію, а це в багато разів збільшує затрати.

#### 4. Небесні електростанції

(Розповідь про тропосферний проект)

Сила вітру зростає з висотою. Чим вище в небо, тим більше вітру. Тут його енергія не «розмита», як біля поверхні землі, а надзвичайно «сконцентрована», в 1000—2000 разів більша, ніж у приземному шарі.

Припустимо, що біля поверхні суші або над водною акваторією у певний момент швидкість вітру досягає 4 метрів у секунду. В цей же час і над цим же районом на висоті 8—12 кілометрів, у тропосфері, мчить ураган — гігантська повітряна ріка «тече» із швидкістю 30—40 метрів у секунду.

Радянські вчені запропонували проект безперервно діючої тропосферної вітроенергетичної станції. Її підніме на висоту прив'язаний жорсткий аеростат із склопластика завдовжки до 100 метрів. На ньому встановлять генератор і вітряк. Маса аеростата й обладнання — 30—40 тонн. Зв'язок із землею здійснюватиметься по тросах-кабелях. Це — своєрідні якорні канати й водночас лінія електропередачі «тропосфера — земля». Внизу, на платформі на повітряній подушці, щоб легше було пересуватися бездоріжжям, встановлять трансформатор, розподільний щит і апаратуру для управління аеростатом.

Подібні споруди коштують недешево. Тому затрати на будівництво окупляться скоріше при комплексному

використанні аеростата. На ньому знаходитиметься не тільки електрообладнання, а й метеоприлади, радіо- й телетранслятори, потужна освітлювальна апаратура.

Гірлянда тропосферних вітросилових станцій забезпечить електроенергією, метеозведеннями й інформацією віддалені та важкодоступні райони, пустелі, місця, де першопрохідці ведуть розвідку корисних копалин. Мобільність «небесних електростанцій», розміщення наземного обладнання на платформах на повітряній подушці дасть змогу оперативно перекидати вітросилові установки в райони стихійного лиха чи рятувальних робіт.

На землі, в небесах і на морі синові Сонця — Вітру знайдеться робота. «Вітри в упряжці» зроблять свій внесок у енергетику планети.



## СОНЯЧНА ГАЗЕТА НА ДВАНADЦЯТЬ МІСЯЦІВ

### ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ПРО ТЕ, ЯК І ЧОМУ НАРОДИЛАСЯ «СОНЯЧНА ГАЗЕТА»

Скільки газет видається на планеті?

Відповісти на це запитання нелегко. Тільки в нашій країні виходить щодня близько 8 тисяч газет — усіма мовами народів СРСР і багатьма іноземними мовами.

Свої професійні газети читають учителі і моряки, лікарі й льотчики, будівельники і залізничники. Виходять комсомольські й піонерські газети.

«Морську газету» читають усі юні передплатники журналу «Костер». Вона виходить у Ленінграді вже близько трьох десятиліть. Старша від неї — «Лісова газета». Уперше її було надруковано 1927 року. Заснував газету письменник Віталій Валентинович Біанкі.

«Лісова газета» багато разів перевидавалася. Її з інтересом читали спочатку ваші бабусі й дідусі (у 30-ті роки вони ще самі ходили до школи), згодом — тата і мами, а сьогодні «Лісова газета» на ваших книжкових полицях.

Сьогодні регулярно виходить в ефір і спадкоємиця газети Біанкі — «Лісова радіогазета».

Книжки пишуться нелегко і довго — місяці, а то й роки.

Поки писалася ця книжка, у папках, куди щомісяця складалися повідомлення, що надходили з різних куточків світу, назбиралося чимало цікавої «сонячної інформації».

Що робити з нею?

І тоді редакція вирішила: доручити авторів скласти «Сонячну газету» і додати її дванадцять випусків до книжки «Загадки денної зірки».



Місяць січень  
Сонце увійшло в сузір'я Козерога

ЗОРЯНА АЗБУКА

Рухаючись серед зірок, Сонце за рік описує на небесній сфері повну окружність. Її називають екліптикою. Переміщуючись по екліптиці, наша денна зірка послідовно переходить з одного сузір'я в інше. Таких сузір'їв 12. Рівно стільки, як місяців на рік. Сузір'я утворюють пояс зодіака, а символи, якими позначається кожне з них, художник цієї книжки Дмитро Олександрович Заруба намалював поряд із назвою місяця.

### ЗА РЕЦЕПТОМ МИЙДОДІРА

Як відомо, цей літературний герой Корнія Чуковського своєрідно пропагував мило й мочалку, зубну щітку і зубний порошок... Історія останнього дуже цікава. Сьогодні є безліч рецептів паст і порошків. У минулому їх заміняли різними речовинами, в тому числі сіллю і попелом, коренем айру, та от щоб зуби чистили сонячним світлом... Це щось новеньке! Проте не поспішаймо з відповіддю. Виявляється, що вже придумано зубну геліощітку. Хочете — вірте, хочете — ні. У пластмасову ручку щітки вставлено стержень із двоокису титану. Сонячне світло вибиває з нього електрони. Електрони створюють у водному середовищі між щетинками і зубами електрополе. Саме воно й допомагає зняти наліт із зубів.

### КОРАБЛІ-ЗОНДИ

Через 50 років, писав член-кореспондент АН СРСР, фізик і астроном Всеволод Сергійович Троїцький, слід гадати, почнуть створювати міжзор'яні кораблі-зонди, щоб послати їх до однієї з найближчих зірок у межах відстаней 5—10 світлових років. Певно ж, до тієї, біля якої будуть виявлені планети. Думаю, що такий корабель стане рухатися і з швидкістю не більш як 0,1 швидкості світла, з допомогою термоядерного двигуна...



Дуже плавно й поволі, без різких зупинок і поштовхів двічі на добу піднімаються на кілька десятків сантиметрів і знову опускаються дороги разом з автобусами й таксі, молоковозами й автокранами; вулиці разом із житловими будинками і заводськими корпусами, школами й кінотеатрами; поля разом із тракторами і комбайнами, теплицями й елеваторами... На якій дивовижній планеті все це відбувається і в якому романі описано? Очевидно, слід прочитати його, скажуть шанувальники наукової фантастики. Але не поспішайте в бібліотеки...

Величні припливи відбуваються у літосфері Землі і на екваторі досягають півметрової висоти, а довжина вимірюється тисячами кілометрів. Правда, на двох полюсах Землі — Північному й Південному — стрілки приладів майже не реєструють коливань суші. Тут вони найменші. Підйом і спуск іде рівномірно, плавно, надто поволі: вгору — за шість годин, назад — за стільки ж.

«Тверді» припливні хвилі, як і припливи в морях і океанах планети, народжені Сонцем і Місяцем. Вони не заважають нам жити і працювати, але створюють певні труднощі для будівників гігантських гребель гідроелектростанцій, прискорювачів елементарних частинок, радіотелескопів. Їм треба забезпечити «припливостійкість» цих дорогих споруд, щоб збереглася надійність греблі, точність у роботі прискорювача та радіотелескопа.

Москва. Інститут високих температур (ІВТАН) АН СРСР.

Важливим фактором, що сприяє успішному розвитку науково-технічного співробітництва країн РЕВ у галузі використання сонячної енергії стало створення демонстраційних об'єктів. ІВТАН уже розробив ряд таких проєктів. Це — житлові будинки із сонячним опаленням та гарячим водопостачанням у селищі Мерцаван у Вірменії і селищі Верхній Гуніб у Дагестані.

## СОНЯЧНІ ПРОГНОЗИ

(Розповідь астронома)

Доведено тривалі і глибокі послаблення сонячної активності: Маундеровський мінімум (1645—1715), мінімум Шперера (1416—1543), мінімум Вольфа (1282—

1342) і пов'язані з ними тривалі похолодання на Землі. У проміжках між ними вклинюються періоди підвищеної активності Сонця і, відповідно, теплі періоди на Землі.

Останнє довге послаблення активності Сонця мало місце у другій половині XVII століття. Відтоді активність Сонця зростала і досягла найвищого рівня в 50-ті роки нашого століття.

Цю розповідь астронома-сонячника Володимира Федоровича Чистякова наш кореспондент записав під час відрядження на Уссурійську станцію служби Сонця.

Тут створено прогнози потужності одинадцятирічних сонячних циклів №№ 22, 23, 24, 25, максимумами яких передбачаються в 1991, 2006, 2016 і 2028 роках.

До речі, радянський учений-сонячник Олександр Іванович Оль з успіхом застосував свій оригінальний метод (у ньому одночасно враховувалися сонячні і земні явища: сонячні плями, геомагнітні бурі та полярні сяйва) прогнозу 11-річної активності денної зірки — сонячних циклів № 20 і № 21 із максимумами в 1968 і 1979 роках.

Знання багаторічного ходу сонячної активності, у свою чергу, дає змогу прогнозувати хід багатьох процесів на Землі, що відіграють важливу роль для практичної діяльності людей: коливання клімату, врожайності, поголів'я тварин, а також епідемій, епізоотій і т. д. У цілому довготривалий сонячний прогноз являє інтерес для перспективного економічного планування.

## ТЕЛЕСКОП НА ОРБІТІ

(Для тих, хто готується в астрономи)

Він підніметься над Землею в 90-ті роки XX століття. На орбіті передбачається розгорнути телескоп із діаметром дзеркала 10—20 метрів.

З допомогою цього телескопа астрономи одержуватимуть відомості про утворення зірок у схованих космічним пилом районах Всесвіту.

## ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Із термінів, що починаються словом «астро», найдавніше, мабуть, слово «астрономія». Прийшло воно до нас із грецької, в якій обидві форми слова — «астер» і «аст-



рон» за часів Гомера означали такі поняття: зірка, світило, світоч, метеорит, полум'я.

У стародавніх греків Геліос — сонячний володар — займав почесне місце, а саме слово означало також, крім сонця, ще: денне світло, схід.

У стародавніх римлян в амплуа володаря світла виступав якийсь Сол, чий храм, як стверджують знавці, стояв на одному з семи пагорбів Рима, а саме на Квіріналі.

Наше слово «сонце», можливо, походить від праслав'янського слова «слн». Філологи вважають, що воно споріднене з латинським «сол» та грецьким «геліос».



Місяць лютий  
Сонце увійшло в сузір'я Водолія

### АСТРОНОМИ ДИВУЮТЬСЯ

Величезну територію Сонця «захопила» незвичайна за величиною пляма, виявлена 19 лютого 1982 року з допомогою вакуумного сонячного телескопа. Проте астрономів здивувала навіть не сама величина плями, хоч вона й разів у вісім перевищувала звичайні, що мають форму більш чи менш правильного круга із середнім діаметром близько 10 тисяч кілометрів. Величезна спіралеподібна пляма, проіснувавши лише два дні, «розсмокталася», утворивши кілька дрібніших плям, а її, правда, недовге існування ніяк не позначилося на магнітосфері нашої планети. Над Землею не бушували магнітні бурі, не спалахувало полярне сяйво, і в ці дні ані разу не було порушень радіозв'язку.

### КОСМІЧНІ БРАТИ: АГОВ!

(Інформатор)

За останні двадцять років опубліковано понад тисячу наукових і кілька тисяч науково-популярних статей, присвячених проблемі позаземних цивілізацій. Їх іще часто називають скорочено: проблема ПЦ.

Багато вчених у різних країнах світу вивчають питання, пов'язані з ПЦ, і ставлять експерименти по пошуку сигналів позаземних цивілізацій.

Та ба! Результати поки що не виправдують надій: зрозумілих нам сигналів із космосу нема й нема. Космічні брати по розуму, агов! Де ж ви?

### ІМ'Я ПЛАНЕТИ

Мала планета № 1118, відкрита у Сімеїзькій обсерваторії, носить ім'я астронома-сонячника Олексія Павловича Ганського (1870—1908). Народився він в Одесі, тут же закінчив Новоросійський (нині Одеський) університет. Із 1905 року Ганський — співробітник Пулковської обсерваторії, ініціатор створення її Сімеїзького відділення, відкритого 1908 року. Трагічний випадок у Криму — бурхливі хвилі Чорного моря обірвали того ж року життя молодого вченого.

Та залишилися його наукові праці, більшість із яких стосується фізики Сонця, в тому числі встановлення залежності форми корони від кількості плям. Перейшли у спадщину поколінням дослідників денної зірки виняткові за якістю фотографії сонячних плям. Ім'я Ганського — одного з перших «фотографів Сонця» — поряд з іменем Жансена належить світовій науці. Через усе своє недовге життя проніс Ганський дружбу з іншим видатним астрономом XX століття Гаврилом Адріановичем Тиховим.

### ЧИ МОЖНА ПОБАЧИТИ КУЛИКОВСЬКУ БИТВУ?

(Репортаж з обсерваторії)

Ви домовилися з товаришем піти раненько порибалити.

— Електричка відходить рівно о сьомій, — сказав друг. — Дивись, не запізнився!

Як назло того вечора по телевізору показували чергову серію захоплюючого детективу. Довелось умовити маму, щоб вона дозволила додивитися пригоди агента В/026 до кінця.

А вранці... Навіть будильник, передбачливо поставлений упритул до подушки, не зміг підняти вчасно, і на вокзал удалося встигнути із запізненням на 8 хвилин 19 секунд.

І електричка, і товариш із вудками уже були в дорозі.



Прикро тому, хто запізнився, тому, хто чекав...

А от астрономам щодня доводиться мати справу із запізненнями «друзів», та вони не ображаються.

Їхні «друзі» — Місяць, Сонце, зірки постійно «запізняються».

Світлові промені поширюються у просторі зі скінчевою швидкістю. Чим далі розташована та чи інша зірка, тим у більш далекому минулому ми її спостерігаємо.

Про зірки й туманності, галактики й загадкові квазари — про всі ці надзвичайно віддалені від нас об'єкти (на мільйони і мільярди світлових років) ми можемо судити тільки з тієї інформації, яку доносить до Землі світло, розповідаючи про події далекого минулого.

Місяць ми бачимо таким, яким він був лише секунду тому. Сонце — із запізненням на 8 хвилин 19 секунд, інші зірки — із запізненням на місяці, роки, століття...

Це єдина можливість, не користуючись ніякою фантастичною «машиною часу», на власні очі спостерігати події давноминулих часів.

І ваш кореспондент скористався такою можливістю.

Заглянувши в телескоп, я подумки перенісся у сузір'я Лебедя, на одну із тамтешніх зірок, і уявив собі, що дивлюся звідти на Землю...

Що побачив би я, заглянувши через надпотужний телескоп у минуле моєї планети років так на 600 із гаком, у рік 1380-й?

Я побачив би Куликове поле, між річками Непрядвою і Доном, і руські полки на чолі із Дмитрієм Донським. Навпроти них я розгледів би монголо-татарське військо під проводом Мамає. Побачив би жорстоку січу, розгром ворога і початок визволення руського та інших народів від монголо-татарського ярма.

Токіо. Фотоелектричні сонячні елементи використовуються в космосі і знайшли різноманітне застосування на Землі. Ряд таких елементів, розміщених у легенькому чехолі, служить крихітним електрогенератором потужністю 5 ватів. Він може використовуватися при роботі з різними електричними інструментами і пристроями, при перезарядці нікель-кадмієвих батарей. Пластиковий чехол типу «дипломат» має лише 5 сантиметрів у товщину, 33 — у висоту, 36 — у довжину і важить трохи більш як два кілограми. Досить відкрити його й експонувати сонячні елементи. Вони негайно починають перетворювати енергію сонячного світла в електричну.

## СОНЯЧНИЙ «ПАСТУХ»

(Винахідники, думайте!)

Розроблено електричну огорожу, яка відрізняється од звичайної тим, що електричний струм надходить сюди від сонячних елементів.

У неї подається безпечний для тварин струм високої напруги і дуже малої сили імпульсами тривалістю 0,001 секунди. До комплекту входять панелі сонячних елементів, акумулятор і електронний генератор.

## ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

У клинописних таблицях XVII—XII століть до н. е., які знайдено археологами в столиці Хеттської держави в одному з найдавніших міст на землі — Хаттуси (сучасний Богазкей, за 150 кілометрів на схід від Анкари), є відомості, пов'язані з поклонінням Сонцю.

«О бог Сонце! О всемогутній царю! Вічно об'їздиш ти чотири кути (світу). Справа від тебе Страху біжать, зліва від тебе Жахи біжать».

Це слова із хеттського гімну Сонцю.

Всі, від царя, одягненого в довгу, по кісточку, накидку, круглу шапочку і взуття із загнутими носками, й аж до останнього його підданого, що ходив у драному лахмітті і босоніж, шанували світило і поклонялися йому. Музиканти, співаки, плескальники (була й така «посада» у Хеттській державі) і танцюристи входили до процесії, яка вітала Сонце!



Місяць березень  
Сонце увійшло в сузір'я Риб

## ЕКСПЕДИЦІЇ ПО ВОДЕНЬ

Можливо, вирушать уже в... столітті на планету Юпітер. У цьому гіганті ні багато ні мало — 318 мас Землі. Навіть якщо скласти маси решти планет, то й тоді ця сума мало не втричі поступатиметься перед юпітеріанською. Звідси на Землю космічні танкери доправлять найчистіше пальне — водень.



Цей газ — основа зірок і туманностей, планет-гігантів Юпітера, Сатурна, Урана, Нептуна та його супутників і неймовірно величезних хмар діаметром близько 200 світлових років! Їхня маса більша за сонячну в мільйон разів, а число досягає п'яти тисяч. Ці хмари обертаються довкола центра Молочного Шляху і, так само, як і зірки, містять переважно водень.

## СОНЦЕ В СІЛЬНИЦІ

Від нашого власного кореспондента. Добування кухонної солі та розсолів — один із найдавніших промислів. Ген-ген минули часи, коли сіль цінувалася дорожче від золота і срібла. Тоді ж вона правила за основну одиницю обміну в торгівлі. В Азії, наприклад, за свідченням Марко Поло, із солі виготовляли монети. Але й значно пізніше, в XIX столітті, у Африці ходили як гроші бруски солі розміром 65×5 сантиметрів.

У наші дні людство щороку споживає 22 мільйони тонн харчової кухонної солі. Близько третини цієї кількості добувається з морської води, а в Японії майже 50 процентів солі забезпечує море. У країнах із жарким і сухим кліматом сіль із морського середовища добувають випарюванням у природних умовах, використовуючи енергію Сонця. Власне, так само добували сіль і запорізькі козаки.

Історичні джерела свідчать, що в 1774 році з приморських земель поміж Дністром і Теліголом та з-під Хаджибею в Запорізьку Січ у результаті «соляної операції» було відправлено 6602 пуди солі на 130 підводах...

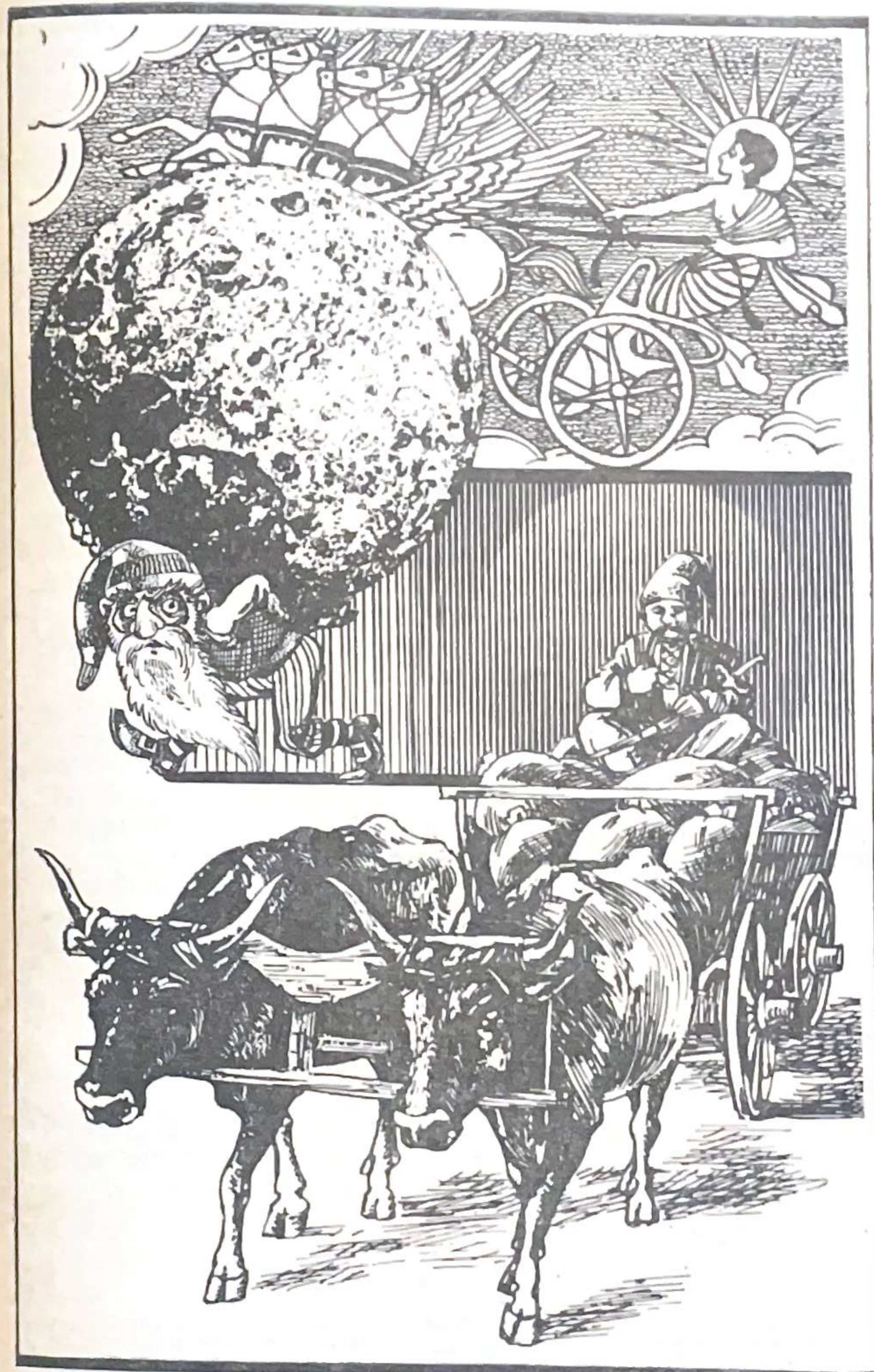
Отож вислів «сонце в сільниці» не такий уже й метафоричний!

## ОСТРОВИ ЗАГАДОК

(Повідомляє власний кореспондент газети)

Погляньте на карту Індійського океану. Знайдіть у його безмежних просторах вузьку смужку із двох десятків коралових островів-атолів. Це — Мальдівський архіпелаг.

Острови низькі, безводні. На них немає річок і озер. Тільки колодязі й резервуари, що заповнюються під час





рясних і тривалих дощів, служать джерелом прісної води, а їжу дають гаї кокосових пальм, бананів, хлібного дерева.

Наче безмовні і грізні вартові, стережуть острови бар'єрні рифи. Немало вітрильників і парових суден загнуло тут, перш ніж були відкриті проходи між кораловими атолами: Екваторіальний, Полуторного Градуса, Вейманду, Кудахуваду та інші.

Столиця Мальдівської Республіки — єдине місто і порт Мале — стоїть на однойменному острові-атолі, а все її населення не перевищує 150 тисяч чоловік.

Однак історія заселення Мальдівів тягнеться в глибину віків. Вважається, що в III—I століттях до н. е. на острові-атолі прибули вихідці із Шрі Ланки та Індії, згодом — араби та іранці. Спочатку мальдівці сповідували буддизм, пізніше — іслам.

Здавалося, археологічних сенсацій тут не буде. Проте уже в наші дні розкопки на островах піднесли вченим серію загадок. «Порушником спокою» став Тур Хейєрдал.

У джунглях на південній окраїні Мальдівських островів експедиція Хейєрдала виявила сліди древньої цивілізації.

Найбільша знахідка — храм бога Сонця, збудований у вигляді ступінчастої піраміди. Його інтер'єр на висоту 12—15 метрів від підлоги декорований коралами. У музей Мальдівських островів передано 16 плит вапняку, прикрашених різними символами Сонця.

Під час відвідин Радянського Союзу Туром Хейєрдалом у 1985 році наш кореспондент запитав ученого про його подальші плани. «Збираюсь продовжити розкопки на Мальдівах», — відповів учений.

### ЧОМУ ВЛІТКУ НОСЯТЬ БІЛІ СУКНІ

В Антарктиці сонячного тепла літньої пори не менше, аніж у Ташкенті. Але 92 проценти цього тепла білосніжна шапка крижаного континенту відбиває у простір.

### АВТОРИТЕТНА ДУМКА

«Сонячна енергія у міру створення дешевих пристроїв трансформації її, очевидно, зможе в енергетичному ба-

лансі південних республік нашої країни відігравати таку ж роль, як гідростанції у середній смузі...» (академік Анатолій Петрович Александров, президент АН СРСР).

### РЕПОРТАЖ У НОМЕР: «ДЕ ЗБУДОВАНО ІНСТИТУТ»

Подивіться на карту нашої Батьківщини, розгорніть підручник із географії СРСР. Спробуйте відповісти: де краще розмістити Інститут вулканології, а де Морський гідрофізичний інститут, Інститути пустель і сонця?

Звісно, відповідь напрошується сама собою: Інститут вулканології треба створити там, де знаходяться діючі вулкани, — на Камчатці; Морський гідрофізичний інститут — на березі Чорного моря, у Севастополі; Інститути пустель і сонячної енергії, звичайно ж, поряд із Каракумами — в Ашхабаді.

Власне, так і зроблено.

Одержано, скажімо, сигнал про те, що «прокинувся» вулкан Ключевська сопка, і співробітники Інституту вулканології АН СРСР, підняті наче по бойовій тривозі, спішно вантажать експедиційне спорядження на вертоліт — треба вчасно встигнути на місце подій, вивчити, як поводить себе пробуджуваний вулкан, не прогавити його виверження і, відібравши проби газів і лави, викинутих із глибин планети, заповнити нові сторінки з минулого Землі, «прочитати» її нинішнє і навіть заглянути в майбутнє...

Виписано командировочні посвідчення, і співробітники Морського гідрофізичного інституту АН УРСР вирушають на причали Севастопольського порту. Попереду чимало роботи, в якій візьмуть участь і доктори наук, і лаборанти, і екіпаж судна, перш ніж будуть підняті на борт, розкладені й надійно закріплені — «по штормовому» — численні прилади та інше експедиційне спорядження.

Нарешті все готове, і лунає з містка довгождана команда: «Боцмана на бак! По місцях стояти! Віддати швартови!»

Прощавай, земля, на півроку. Здрастуй, штормовий океан!..

В Ашхабаді «по сонце» ходити не треба. Воно тут же, як то кажуть, напoxваті і яскраво світить мало не 300 днів на рік. Біля підніжжя Копетдагу під Ашхабадом розмістилися корпуси і полігон Інституту сонячної



енергії. Ось уже чверть віку провадяться тут геліотехнічні дослідження. А починав їх академік АН Туркменської РСР Валентин Олексійович Баум.

## ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Після довгих і нудних турбот Королівське товариство Великобританії дістало дозвіл Адміралтейства перевезти інструменти з Англії на острів Святої Єлени та в Індію на борту військового корабля «Морський кінь». Було це в 1761 році, й астрономічні інструменти знадобилися вчепним у цих пунктах для того, щоб спостерігати сонячне затемнення.

Нарешті усе владналося, і «Морський кінь» вийшов у море. Однак далеко відійти йому не вдалося, і майже під самісінькими берегами Англії кораблю довелося прийняти бій із французьким фрегатом.

Один із перших снарядів фрегата попав у підставки для астрономічних інструментів і розбив їх.

Тільки-но морський бій закінчився, перелякані спостерігачі зажадали повернення до рідних берегів. Але капітан був непохитний, і «Морський кінь» доставив астрономію у пункти спостереження.

Так завдяки наполегливості моряка було одержано дуже цінні відомості про денну зірку.



Місяць квітень  
Сонце увійшло в сузір'я Овна

(Овен — застаріле слово,  
що відповідає слову «баран»)

### ЖАРТИ ЕОМ

Розповідають, що протягом тривалого часу ЕОМ надсилали одному власникові автомобіля повідомлення про штраф за перевищення швидкості на суму 00 крб. 00 к. Нарешті, не витримавши, автомобіліст звернувся в поліцейське управління, якому належали ЕОМ, а як «безмовних свідків» показав поліцейському комісарові понад 100 квитанцій-повідомлень на нульову суму.

Помилки ЕОМ можуть статися і від земних причин, але нерідко винувате Сонце!

Потік електронів і протонів, що вилетів із жерла сонячної плями, викликає велетенські збурення у всьому фізичному й органічному світі планети. Спалахують вогні полярних сяїв. Землю охоплюють магнітні бурі. Нейбайдужі до них і лінії телефонних проводів, і невидимі хвилі радіозв'язку, і радари, що чітко оглядають околиці. Вся сучасна техносфера озивається на сонячні вибухи.

Фахівці зіткнулися з явищем росту кількості помилок при роботі обчислювальних комплексів і систем передачі даних. Як правило, коли виходить із ладу який-небудь елемент обчислювальної системи, спрацьовує вмонтована в ЕОМ спеціальна діагностична апаратура. Вона точно вкаже блок, де виникла несправність. Та буває, що люди знаходять помилки, а «діагности» мовчать.

Аж після важких пошуків пощастило знайти винуватця — ним виявилось Сонце. Космічна радіація, виникнення якої пов'язане із сонячною активністю, перекручувала значення, що зберігаються в пам'яті ЕОМ. Там, де був записаний «О», раптом з'являлася цифра «І» або навпаки. Такі випадки фахівці називають інверсією.

Ще вища частота таких інверсій для ЕОМ, розташованих на великих висотах, де тонкий шар повітря гірше «екранує» апаратуру від космічних випромінювань. У найважчих умовах доводиться працювати бортовим ЕОМ космічних кораблів та супутників.

Космічні промені, що проходять крізь чутливу електронно-обчислювальну техніку штучних супутників Землі, можуть викликати зміну програм роботи або вихід ладу окремих схем.

У пам'яті космічних ЕОМ та ШСЗ одиниці можуть перетворюватися в нулі і, навпаки, спричиняти вмикання й вимикання приладів без видимої причини або порушувати їхню роботу.

Очевидно, подібні перебої в апаратурі трапилися восени 1979 року на американській міжпланетній автоматичній станції «Піонер-11».

Внаслідок несподіваного посилення сонячної активності, яке супроводжувалося підвищенням рівня радіації в довколаземному просторі, втрачено частину цінної наукової інформації, що передавалася з борту станції «Піонер-11». Станція, перебуваючи на відстані понад півтора мільярда кілометрів від Землі, поблизу Сатурна, провела наукові дослідження, а також зйомку природного супутника планети — Титана.



Американські вчені найдужче розчаровані тим, що втрачено інформацію, яка містила вимірювання поверхні Титана, зроблені з допомогою інфрачервоної апаратури.

### УВІМКНІТЬСЯ В ШТЕПСЕЛЬ... КОЗИРКА,

на якому кріпиться мініатюрна кремнієва панель, і в одержите живлення до транзисторного мінірадіоприймача. Останній разом із навушниками розміщений на спортивній кепці, якій і «належить» козирок із кремнієвою панеллю.

Ашхабад. Радгосп «Бахарден» став опорною базою Інституту сонячної енергії по випробуванню водопійного пункту — основної частини майбутнього геліокомплексу, створюваного туркменськими вченими-сонячниками. У радгоспі вперше у світі у великих масштабах було «підключене» сонячне водопостачання для відгінного вівчарства. Сонце напуває велику отару овець. Просто в пустелі.

Вівці ситі, напоєні. Отже, доглянуті. Чабани задоволені. Пора відпочити: поїсти, випити піалу-другу гарячого зеленого чаю, бажано, звичайно, в холодочку. Відпочинок у пустелі — теж проблема. Серед розпеченого піску й каміння ніде сховатися від палючого проміння. У геліокомплексі, поряд із сонячним водопійним пунктом, передбачено комфортабельний будинок для чабанської бригади. Гарячу воду для душу і прохолодний вітерець від кондиціонера; опалення в нічний час, а ночі в пустелі прохолодні; електроенергію для радіоприймачів і телевізорів забезпечить тут сонячна енергія.

А сонячна теплиця (правда ж, досить дивно звучить це слово поряд зі словом «пустеля»), розташована неподалік від чабанського будиночка, забезпечить людей свіжими овочами і фруктами. І так — цілісінський рік. У каракумських сонячних теплицях можна буде вирощувати не тільки дині та помідори, а й лимони, апельсини, мандарини і навіть кофе.

### ЗА РЕЦЕПТАМИ ДЖІНСА

Професор астрономії Джеймс Джінс (1877—1946) написав чимало науково-популярних книжок, які дістали широке визнання. Серед них найвідоміші «Всесвіт дов-

кола нас», «Загадковий Всесвіт», «Зірки та їхні долі». Щоб популяризувати наукові факти, Джінсові доводилося не лише знаходити цікаві і зрозумілі для всіх порівняння, а й робити розрахунки, що могли б вразити читача. До числа останніх належить і такий розрахунок: «Якби можна було добути з надр Сонця шматочок матерії завбільшки як булавочна головка, то його тепло знищило б усе живе в радіусі 150 кілометрів!»

### УДАР, ЩЕ УДАР...

Удар по догмах церкви, як відомо з історії, викликав страшенне обурення отців-єзуїтів. Вони мали за такий відкриття Галілеєм сонячних плям. Сьогодні преподобним отцям завдано ще одного удару: за повідомленнями наукового журналу, в Сонця виявлено пилове кільце.

Астрономи Токійського університету й університету Кіото одержали фотографічні свідчення існування гігантського кільця пилових частинок, що обертаються довкола Сонця.

Це кільце, сфотографоване з допомогою відеокамери, піднятої на повітряній кулі під час сонячного затемнення в Індонезії у червні 1983 року, має поперечник 1 мільйон кілометрів. Складається воно з пилових частинок мікроскопічних розмірів.

### РЕЙС ЗЕМЛЯ—СОНЦЕ І НАЗАД

Середня відстань від Землі до Сонця приблизно 150 мільйонів кілометрів. Літаку, що летить зі швидкістю звуку (1200 кілометрів на годину), знадобиться на такий рейс тільки в один бік 14 років, а космічна ракета (8 кілометрів на секунду) досягає Сонця за 7 місяців.

### ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Уперше слово «атон» зустрічається в текстах часів правління фараона Аменхотепа III, батька Аменхотепа IV. Згодом, ставши фараоном, Аменхотеп IV на честь Сонця узяв ім'я Ехнатон, або той, що до вподоби Атону.

Ехнатон (він правив близько 1419—1400 років до н. е.) перебрався із Фів до нової столиці Ахетатона (ни-



нішнього Ель-Амарна). Тут у XIV столітті до н. е. було збудовано храм Атона (довжина храму близько 200 метрів).

Зберігся барельєф давньоєгипетського храму в Ахетатоні. На ньому зображене Сонце з променями, які закінчуються кистями рук. Ці «руки» несли на Землю тепло і світло, пробуджували до життя рослини.



**Місяць травень**  
Сонце увійшло в сузір'я Тельця

**КУДИ ХОВАЮТЬСЯ ЗІРКИ**

Нічної пори, якщо судити з «Вечорів на хуторі біля Диканьки» Миколи Гоголя, їх можуть украсти і запхати в мішок разом із місяцем чорт із відьмою, щоб дозолити чесним людям.

А вдень?

Чому їх не видно неозброєним оком? Куди вдень від нас ховаються зірки?

Звичайно ж, вони лишаються на небі. Ще більше, світять так само яскраво, як і вночі. Проте їхнє світло набагато слабкіше від сонячних променів і світла, що розсіюється в атмосфері.

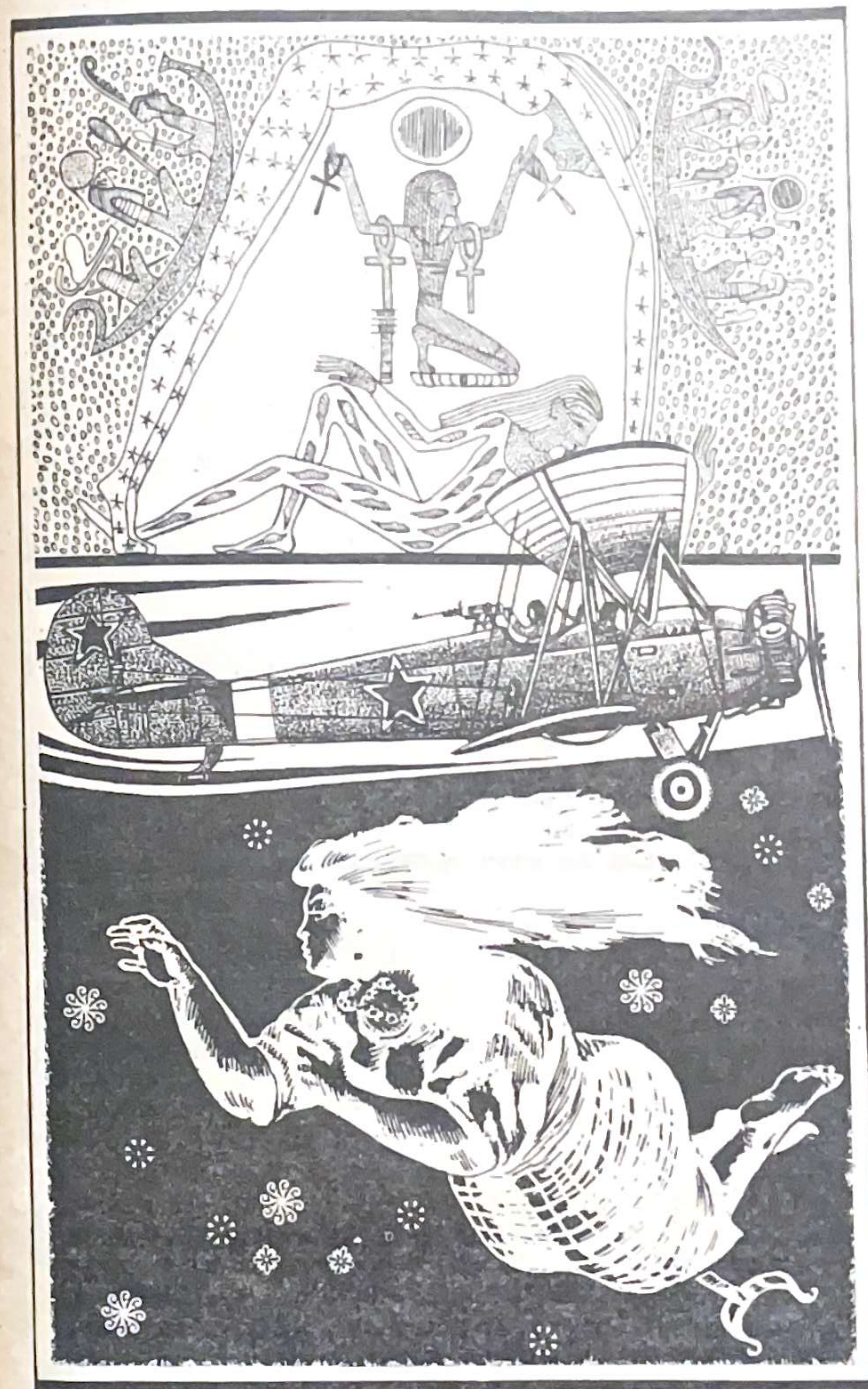
### СОНЯЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

(Для тих, хто готується в астрономи)

Розробляється проект унікальної космічної сонячної обсерваторії. Цю обсерваторію намічається вивести на спеціальну орбіту довкола Сонця на відстані приблизно 1,6 мільйона кілометрів од Землі і з її допомогою проводити спостереження за сонячною поверхнею, короною та сонячним вітром.

Одне з основних завдань обсерваторії — виявлення та вимірювання коливань сонячної поверхні.

Запуск сонячної космічної обсерваторії передбачається провести в 1992 році.





## ВІДКРИВ ЗІРКУ

молодий учений-спостерігач Гіві Кімерідзе з високогірної Абастуманської астрофізичної обсерваторії. Вона поповнить реєстр уже відомих світовій науці наднових зірок. Кожне подібне відкриття, а в реєстрі зараз налічується понад 500 наднових, подія в астрономії. Астроном Кімерідзе «засік» і спостерігав наднову в найцікавіший період життя зірки — перед її максимумом, а це дуже рідкісний випадок, що має велике значення для науки. У момент найбільшого сплеску, коли вибуховий процес у надрах зірки досяг максимальної інтенсивності, наднова випромінювалася з якнайбільшою силою. Вона світила як мільярд сонць, та це світло «з'їдала» величезна — в десятки мільйонів світлових років — відстань між спалахнулою зіркою і нашою планетою. Витративши грандіозну кількість енергії, уже тепер колишня, наднова поблідла у своїй галактиці, що складається з мільярдів зірок.

## ЗЕМЛЯ... СХОЖА НА СОНЦЕ

(Увага: гіпотеза!)

«Подорож до центра Землі» Жюль Верна — можливо, найфантастичніший із романів письменника. Підкорення земних глибин виявилось справою складнішою і важчою, аніж проникнення в глибини океану і навіть польоти у ближній космос.

Кольська надглибока свердловина — видатне звершення радянських учених та інженерів, які штурмують надра планети, досягла глибини 12 кілометрів. З допомогою бурильних труб із жаростійких сплавів намічено довести свердловину до рекордної позначки — 15 кілометрів.

Каскад відкриттів супроводжував буріння. Про них розказано в різних радянських наукових і науково-популярних журналах.

Маршрут — тільки углуб — передбачає проходку ще двох-трьох кілометрів. А далі? Що знаходиться в центрі Землі? Яке у нашої планети ядро?

Навіть найсміливіші мрійники не замахуються у своїх проектах, подібно до героїв Жюль Верна, досягнути її ядра.

Але те, що в доступному для огляду майбутньому лишається недоступним для практики, розв'язується з допомогою теоретичних уявлень.

Нині є кілька моделей ядра Землі. Воно залізне, вважають одні. Ні, стверджують їхні опоненти, — ядро гідритне (сполука заліза з воднем).

Нарешті, прихильники третьої гіпотези дотримуються думки, що земне ядро являє собою матерію, близьку за складом до сонячної речовини.

Зауважимо, до речі, що «місцезрештування» гіпотез зовсім не пов'язане з часом їхнього виникнення. Так, «сонячну» гіпотезу висловив ще у XVII столітті філософ і солдат, математик і мандрівник Рене Декарт.

## КВАРТАЛИ СОНЦЯ

(Повідомляє наш кореспондент із Бухареста)

У житловому районі Бухареста — Беняса споруджено сонячний колектор, який складається з 4320 елементів загальною площею 8640 квадратних метрів. Колектор забезпечує теплою водою 2234 квартири.

## АВТОРИТЕТНА ДУМКА

«Хоч я і вірю в майбутнє атомної енергії і переконаний у важливості цього винаходу, однак я вважаю, що справжній переворот в енергетиці настане тільки тоді, коли ми зможемо здійснити масовий синтез молекул, аналогічних хлорофілу або навіть ще вищої якості» (Фредерік Жоліо-Кюрі).

## ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

У хроніках часів завойовницьких походів Ернандо Кортеса, який висадився в 1519 році на мексиканському узбережжі, неподалік від сучасного міста Веракрус, описується «кругла таріль розміром як колесо від воза, із зображенням Сонця, вся із щирого золота». Її віддали ацтеки у дар іспанській короні...





Місяць червень  
Сонце увійшло в сузір'я Близнят

## ЯСКРАВИШЕ ТРИЛЬЙОНІВ СОНЦЬ

випромінює енергію гігантське зоряне скупчення, що знаходиться на відстані 300 мільйонів світлових років від Землі. Ця галактика зареєстрована в каталозі під номером ARP-220.

## ЗВІДКИ ВИ, УЛЮБЛЕНЦЮ ПОЕТІВ?

Місяць — природний супутник Землі — був планетою, що оберталася довкола Сонця. Таку гіпотезу висунули японські астрономи після тривалих досліджень і розрахунків із використанням ЕОМ.

За теорією, розробленою астрономами університету Кіото, Місяць був «захоплений» гравітаційним полем Землі і став її супутником.

Однак, перш ніж стати супутником Землі, Місяць обертася довкола Сонця по орбіті, що проходила між Землею і Венерою.

## ЯКИЙ МЕТАЛ НАЙСТІЙКІШИЙ?

Досі символом стійкості проти корозії вважалася семиметрова залізна колона масою в кілька тонн, що знаходиться в околицях Делі. Ось уже півтора тисячоліття стоїть вона, а на металі, з якого її зроблено, не виявлено бодай найдрібніших слідів корозії, і це незважаючи на вологий та жаркий клімат Індії. Походження колони свого часу народило чимало гіпотез, серед яких зустрічались й «екзотичні», що пов'язували її встановлення з космічними пришельцями і навіть... польотами стародавніх людей на Місяць. Останньої гіпотези не можна віднести навіть до галузі наукової фантастики. Та от що цікаво: залізні вироби, які побували на Місяці уже в наші дні, справді не іржавіють. Виявилось, що метал, «оброблений» сонячним вітром, не піддається корозії.

## ГОРИЗОНТИ ГЕЛІОТЕХНІКИ

(Повідомляє наш кореспондент із Ташкента)

Перша в СРСР сонячна електростанція потужністю 300 тисяч кіловатів підніметься в пустелі Кизилкум, неподалік від водосховища на Амудар'ї.

Принцип роботи Кизилкумської та Кримської СЕС (про неї розказано в розділі «Увімкніть зірку!») однаковий. Тільки молодша буде в 60 разів потужніша за експериментальну сонячну станцію в Криму.

Звичайно, є і відмінності. Кизилкумська станція не «чисто» сонячна, частину енергії забезпечить природний газ.

## ЧИ Є ЖИТТЯ НА МАРСІ?

Багато хто з вас, напевно, бачив веселу кінокомедію «Карнавальна ніч», а хто бачив, той неодмінно сміявся, коли по ходу картини на клубній сцені з'явився лектор і пробував читати лекцію під назвою «Чи є життя на Марсі?». Картина вийшла на екран у 60-ті роки, а через два десятиліття на цій планеті зробили м'яку посадку блоки космічних апаратів. Було виконано хімічний аналіз марсіанського ґрунту. Аналізатори не виявили в районі посадки рослинності і якихось достовірних ознак існування мікроорганізмів у марсіанському ґрунті.

Так, одверто скажемо, з нашої — земної точки зору — температура на Марсі не найбільш підходяща для життя. В екваторіальному поясі планети в середині дня вона підвищується до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Над вечір різко падає і над ранок знижується до  $-90^{\circ}\text{C}$ , а в полярних областях узимку тримається на позначці  $-125^{\circ}$ . І всі оці добові перепади, всі контрасти сезонів року на Марсі інші тільки тому, що «планета пилових бур» знаходиться від Сонця в 1,52 раза далі, ніж Земля, і, відповідно, одержує від нього тепла в 2,3 раза менше. Уявімо, що, «відгородившись» від Сонця, земна кора обігрівасться лише внутрішнім теплом або, скажімо, Земля перебуває від денної зірки далі за Марс. Тоді на поверхні нашої планети держалась би температура  $-243^{\circ}\text{C}$ . Коментарі, як то кажуть, зайві.

Від Сонця надходить на одиницю площі земної кулі майже в 7 тисяч разів більше тепла, аніж його прибуває з надр. Звичайно, і наша планета «виплачує» свій борг космосу й із власних резервів випромінює щороку в сві-



товий простір стільки тепла, скільки його виділяється при спалюванні 25 мільярдів тонн вугілля. Порівняймо цю цифру з реальним видобутком вугілля в світі. У середині 70-х років усі шахти і кар'єри планети видавали на-гора трохи більш як 3 мільярди тонн вугілля на рік.

### ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

У давнину до семи чудес світу зараховували, як відомо, піраміди в Єгипті, «висячі сади» Семірамідни у Вавилоні, храм Артемідни в Ефесі, статую Зевса в Олімпії, Мавзолей у Галікарнасі, Фароський маяк, колосальну статую бога Сонця Геліоса на острові Родос (Колос Родоський). Історія його створення така.

304 року до н. е. ворог напав на жителів грецького острова Родос, але не зміг подолати впертості і стійкості остров'ян.

Відступав противник, очевидно, поспіхом, бо покинув на острові чимало свого спорядження, в тім числі й облогову башту, на будівництво якої пішло багато заліза — металу, що в ті далекі часи коштував дуже дорого.

Родосці були не тільки сміливими воїнами, а й дбайливими господарями, вирішивши спорудити на честь перемоги 35-метрову статую Геліоса.

Вони продали трофейне залізо за триста зливків бронзи, кожен масою 26,2 кілограма. До цієї кількості бронзи родосці трохи добавили із своїх «заощаджень», і дерев'яна статуя, оббита бронзовими листами, простояла досить довго, викликаючи загальне захоплення.

Проте черговий землетрус не пощадив статую. Вона впала і розвалилась.

Правда, недавно промайнуло повідомлення, що жителі Родосу — нащадки сміливих і відважних «поклонників» Геліоса — збираються відлити копію колоса і встановити статую на острові.



Місяць липень  
Сонце увійшло в сузір'я Рака

### СПЕКОТЛИВЕ СОНЦЕ МОНГОЛІЇ

(Повідомляє наш кореспондент з Улан-Батора)

2600—3400 годин на рік у Монголії яскраво світить сонце. Сонячна енергія дедалі активніше використовується на виробництві і в побуті. Один із прикладів — геліоустановки, які з успіхом застосовуються, зокрема, чабанами на ділянках випасного тваринництва; на бригадах польових станях; у відпочиваючих санаторію «Сумхух» популярна «сонячна лазня»; з допомогою сонячної енергії обігріваються теплиці. Розрахунки показують, що одна геліотеpliers економить у рік понад 800 тонн вугілля. Монгольські вчені розширюють свої дослідження, в тому числі працюють над проектами житлових будинків, що опалюватимуться енергією Сонця.

### З ДИВОВИЖНОЮ ТОЧНІСТЮ

Про подібну точність розрахунків не могли навіть мріяти браві артилеристи у відставці — герої роману Жюль Верна, які намагалися дістатись на поверхню Місяця в снаряді. Відстані до планет, що дорівнюють сотням мільйонів кілометрів, вимірюються сьогодні космічним радіолокатором із похибкою лише в сотні метрів, а швидкість руху планет — із похибкою менш як один сантиметр у секунду.

### ЗНАХІДКА

Атлас зоряного неба, виконаний із слюди, знайдено археологами у провінції Хунань (Китай). Стародавня цегляна кладка і виявлені під нею 40 предметів глибокої старовини, включаючи атлас, на думку археологів, відносяться до періоду з 475 року до н. е. по 220 рік н. е.



## АВТОРИТЕТНА ДУМКА

«...Збільшення виробництва енергії в десятки разів ще не викликатиме сильних змін у кліматі, але вже подальший приріст допустимий лише за рахунок енергії Сонця» (академік М. М. Семенов).

## ЗВЕТЬСЯ ВОНО СТОЖАРАМИ

(Увага: гіпотеза!)

Тільки дуже зірке око може помітити зимовими вечорами маленьку групу з п'яти чи шести зірочок, що ледве жевріють. Стародавні греки назвали їх Плеядами, а на Русі — Стожарами. Плеяди належать до сузір'я Тельця.

Астрономи, спостерігаючи зорі у скупченні Плеяд, недавно висунули нову гіпотезу.

Припускаються, що багато які зірки у цьому скупченні схожі на наше Сонце, яким воно було у віці приблизно 70 мільйонів років.

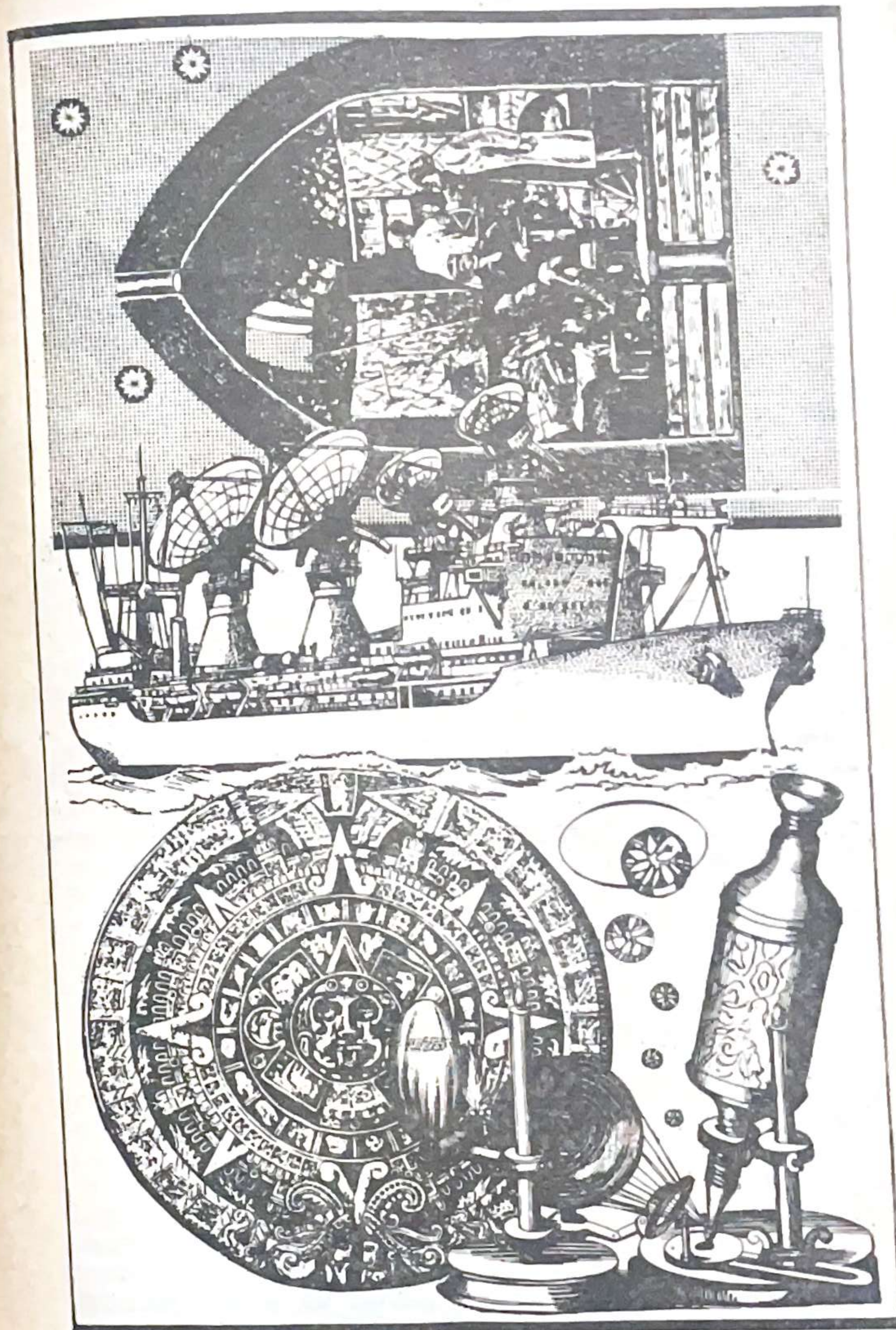
Вивчення швидкого обертання і високої температури «молодших сонячних сестер» нашої денної зірки, можливо, приведе до розгадки сонячних нейтрино.

## ЩЕ ГРИМІЛИ ГАРМАТИ

(Репортаж у номер)

Розгорнімо книжку маршала Георгія Костянтиновича Жукова «Спогади і роздуми». Ось що там сказано про липневі бої 1944 року на львівському напрямку: «17 липня слідом за 3-ю гвардійською танковою армією наступ почала 4-та танкова армія Дмитра Даниловича Лелюшенка, яка й закріпила успіх... Наприкінці дня 18 липня війська 1-го Українського фронту, прорвавши оборону німецьких військ, просунулися на 50, а подекуди на 80 кілометрів, оточивши при цьому в районі Броди групу німецьких військ до 8 дивізій».

Запам'ятаймо ці дати: 17—18 липня 1944 року. Ще гриміли гармати і не вся Україна була визволена від загартників, а Комуністична партія і Радянський уряд уже вживали заходів по відновленню зруйнованого війною





народного господарства і подальшому розвитку науки в нашій країні. 17 липня 1944 року в структурі Академії наук УРСР було утворено Головну астрономічну обсерваторію (ГАО АН УРСР). Цю дату прийнято вважати днем заснування обсерваторії, яку ще належало збудувати в глибині Голосіївського лісу...

Відтоді минуло понад сорок років. Сьогодні ГАО АН УРСР стала одним із найбільших астрономічних центрів країни. Тут вивчають зірки, планети Сонячної системи та їхні супутники, фізичну природу й еволюцію комет, створюють нові астрономічні прилади і, звичайно, вивчають наше Сонце.

У 1957 році в обсерваторії було встановлено хромосферний телескоп і почато спостереження за денною зіркою. Українські астрономи зафіксували світило у різному вигляді: спокійне і гнівливне; посмуговане спалахами, що супроводжуються виділенням величезної енергії, і протуберанцями, які, наче вогняні смерчі, здіймалися над Сонцем, простягаючи свої палахкотливі язики далеко в космос.

У різні роки астрономи ГАО АН УРСР брали участь у спостереженні сонячних затемнень. Спеціалісти виготовили задля цієї мети експедиційний сонячний телескоп із спектрографом — приладом для вивчення спектра — і коронографом, з допомогою якого було одержано прямі знімки корони денної зірки.

У дні сонячних бур і в дні «затишся» стежать за світилом київські астрономи. Разом з іншими вченими, що ведуть спостереження за нашою зіркою в різних кутках планети, співробітники Головної астрономічної обсерваторії України виконують великі роботи за програмою міжнародної Служби Сонця.

### ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Жителі Південної Америки майя і тольтеки, ацтеки і кечуа складали гімни Сонцю. Вони пишно обставляли церемоніал поклоніння світилу.

На честь Сонця було збудовано величну піраміду, що збереглася в Теотіхуакані (місто богів, або місто, в якому виголошуються молитви) — столиці однієї з найдавніших цивілізацій Америки. Руїни цієї колишньої величної столиці знаходяться за 50 кілометрів на північний схід від Мехіко. Їх відкрили на початку XX століття.

Тоді ж було виявлено і піраміду Сонця — грандіозну п'ятиярусну споруду з цегли-сирцю, облицьовану каменем, збудовану близько 20 століть тому. Висота її — 65 метрів. Піраміду Сонця увінчує плоска вершина, на якій колись стояв невеликий храм.



Місяць серпень  
Сонце увійшло в сузір'я Лева

### БАШТА З «СЕКРЕТОМ»

(Повіdomляє наш кореспондент з Естонії)

Уміельці радгоспу «Кильяла» створили оригінальний геліоаккумулятор із звичайної... водопровідної башти (пофарбували її в чорний колір і вкляли в поліетиленову плівку). Теплиці працюють тепер на воді, яка нагрівається сонячними променями до 50 градусів. За рік зекономлено в такий спосіб понад 10 тисяч кіловат-годин електроенергії і близько 100 тонн вугілля.

### ЯК ГРІЄТЬСЯ САРАНА

Повертаючись до сонця боком, ставши до нього головою, сарана рятується від перегрівання, зменшуючи тим самим поверхню тіла, відкриту прямим сонячним променям.

### ХТО ВИ, ДОКТОРЕ СПОК?

(Сторінки однієї біографії)

Не шукайте цього імені в довіднику про великих астрономів минулого і сучасного. Не питайте книжок цього автора в крамницях технічної літератури. Краще зверніться до своєї мами, і вона вам одразу відповість, хто такий доктор Спок.

У 1946 році дитячий лікар із Нью-Йорка Бенджамен Спок за один ранок, коли його книжка з'явилася на прилавках, став одним із найвідоміших і найпопулярніших авторів.



Цю книжку видають і перевидають багатьма мовами світу, а називається вона просто: «Догляд за дитиною». Ім'я доктора медицини Спока широко знане серед борців за мир, за чисте небо і щасливе дитинство всіх дітей на планеті. Ім'я чемпіона з греблі на каное Бенджамена Спока вписане в літопис спортивних досягнень Олімпіади 1924 року. Тоді, в Парижі, заїзд приніс йому золоту медаль.

Кілька років тому в гостях у доктора Спока побували радянські журналісти і познайомилися ще з однією стороною життя та захопленням цієї багатогранної людини.

Літній день. Шоста ранку. На гладінь озера, що поряд із містечком Роджерс у штаті Арканзас, дивиться будинок, мало схожий на інші. Весь фасад — із скла. Дах теж іскриться: там встановлено сонячні батареї. Мешканець цього житла ХХІ століття завжди старався обігнати час, заглянути в майбутнє, щоб відвести од нього біду і врятувати його чудеса для інших.

## СОНЯЧНИЙ ГОДИННИК

(Репортаж у номер)

Нерідко для негативної характеристики людини достатньо сказати: вона не цінує свого і чужого часу. І річ зовсім не в тому, що люди стали «рабами» хвилиної та секундної стрілки. Важко уявити собі ситуацію, в якій опинилася б сучасна цивілізація, коли б разом і раптово зупинилися всі електронні годинники й атомні еталони часу; всі хитромудрі механізми, що його відлічують, змонтовані в одному корпусі з календарем, будильником, показчиком біологічних ритмів та багатьма іншими датчиками й показчиками; всі їхні скромніші родичі: численні варіанти ходиків, «кукушок», простеньких наручних, настінних і напільних годинників. Транспорт, виробництво, зв'язок, увесь регламент життя сучасної людини побудований на суворому дотриманні тих годин, хвилин і секунд, які відлічують у всьому світі годинні, хвилинні та секундні стрілки.

Однак не слід думати, що в сиву давнину люди, «не обтяжені» всіма досягненнями наших днів (поїзди, літаки, пароплави), не вміли цінувати часу й рахуватися з ним. Так само, як і сьогодні, вони знали йому ціну, зна-





ли, що згаяного часу вже ніколи не повернеш. Ще справдавна, аби підкреслити плинність часу, філософи стверджували, що не можна двічі увійти в ту саму річку.

Як і її води, час швидкоплинний і не тече назад. І, звісно ж, першим годинником, яким зуміла скористатися людина, був природний годинник — наше Сонце.

Поява цього годинника пов'язана з тим, що людина усвідомила взаємозв'язок між довжиною і положенням сонячної тіні від тих чи інших предметів та положенням Сонця на небі.

Немає змоги перелічити всі конструкції сонячних годинників. Досить сказати, що вони зустрічалися не тільки у вигляді годинників, розташованих на відкритому повітрі, — на землі, колонах і т. д., а й у вигляді невеликих настільних і навіть дорожніх годинників. Портативний сонячний годинник, виготовлений двісті років тому невідомим майстром, знайдено співробітниками Музею історії міста Риги. Екземпляр із доволі великим циферблатом — 14 сантиметрів у діаметрі — зберігся в чудовому стані.

У музеї зібрано унікальну колекцію портативних сонячних годинників, серед яких є кишенькові моделі XVII—XVIII століття завбільшки як сірникова коробка. Вони, правда, допускали похибки в п'ятнадцять хвилин, та це, як видно, нікого не бентежило. Такі мініатюрні годинники виготовлялися з латуні, бронзи, слонової кістки або дерева і прикрашалися мереживними узорами. Поміщали їх у шкіряні футляри.

Справді, це був час найбільшого розквіту сонячних годинників. Їх застосовували як наукові вимірювальні прилади, оздоблювали коштовностями й унікальним литвом. XVII і XVIII століття стали своєрідною «зоряною годиною» цього виду найпростіших приладів для вимірювання часу.

Найголовнішою вадою сонячних годинників була й лишається залежність від погоди та обмежений період їхньої роботи між сходом і заходом Сонця.

## ВИ ПОБАЧИЛИ ЗІРКУ?!

(Терміново в номер!)

Що треба зробити, щоб відкрити нову зірку? Нічого особливого. Треба, як стверджують автори книжки «В зоряних лабіринтах. Орієнтування за небом»

астрономи Борис Олексійович Максимачев і Віктор Нойович Комаров, лише добре знати зоряне небо й частіше його оглядати. А побачивши зірку, якої начебто мало не бути, необхідно терміново повідомити про цей факт на адресу: Москва, Університетський проспект, 13, ДАШ (Державний астрономічний інститут імені Павла Карловича Штернберга).

## СУЧАСНІ СОНЦЕПОКЛОННИКИ

1978 року ряд астрофізиків та фахівців із геліотехніки запропонував офіційно відзначати нове свято — День Сонця.

У другій половині XX століття вчені, а не священнослужителі, розробили церемонію зустрічі Сонця. Від сходу денної зірки й аж до вечірньої заграви триватиме вшанування світила. Намічено дуже різноманітну програму свята: від пісенних фестивалів і гонок на сонцемобілях до наукових конференцій і демонстрування сучасної геліотехніки.

Як повідомляють наші кореспонденти, інтерес до святкування Дня Сонця виявили майже два десятки країн.

Що ж це? Відродження сонцепоклоніння?

— Ні, — відповідають учені. — День Сонця покликаний підкреслити всезростаюче визнання ролі енергії денної зірки в майбутньому енергетичної програми Землі.

## ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Вважається, що перший телескоп збудовано 1604 року за моделлю, на якій було написано: «Рік 1590». Правда, тоді слова «телескоп» ще не існувало, і вчені користувалися термінами «перспектива» або «окуляр».

Потрібне було нове слово, і на прохання голови римської академії деї Лінчеї філолог Домесіані (1576—1614) увів термін «телескоп», який прищепився і став широко вживаним.





Місяць вересень  
Сонце увійшло в сузір'я Діви

## ТАЄМНИЧИЙ НЕЗНАЙОМЕЦЬ

Про те, що він мав існувати, знав ще Дмитро Іванович Менделєєв. У Періодичній системі елементів великий хімік залишив для нього порожньою 43-тю клітинку.

Таємничого незнайомця виявили аж у 1937 році при бомбардуванні ядер молібдену дейтронами (ядрами атомів важкого водню — дейтерію). Це був перший одержаний (синтетичний) елемент. Через десять років першовідкривачі, італійські вчені Еміліо Сегре і Карло Перр'є, запропонували назвати незнайомця «технецієм», що в перекладі з грецької означає «штучний». Ім'я цього елемента й було прийнято Міжнародною спільною теоретичною та прикладною хімії.

У природі технецій знайдено в незначній кількості в уранових рудах. Досить сказати, що в 1962 році з 5,3 кілограма уранової смоли було виділено 1,0 нанограма технецію. Та й то це був не «первісний» елемент, що дістався нам у спадок при утворенні планети.

У чому ж річ? Виявилось, в його властивостях.

У середині п'ятдесятих років визначили період напіврозпаду довговічного ізотопу технецію — 4,2 мільйона років. Стало ясно, що в природі його дуже небагато. Не дивно, що його не могли знайти. Елемент 43, який виник при утворенні Сонячної системи близько п'яти мільярдів років тому, за цей час розпався повністю.

Але в спектрі Сонця та деяких зірок і тепер знаходять лінії поглинання технецію. Це доводить, що синтез елементів у Всесвіті триває і численні зірки — «фабрики елементів», які працюють постійно.

## У ПОХІД ЛЬОДОВИК ЗІБРАВСЯ

Що таке льодовик? Образно кажучи, дзеркало клімату. Один із різновидів льодовиків називають пульсуючим. Гляціологи виявили сотні пульсуючих льодовиків. Їх знайдено в Ісландії та Америці, у Гімалаях і на Памірі, в Новій Зеландії і на Шпіцбергені, на Кавказі і на Тянь-Шані, на Камчатці і в Альпах. До речі, саме тут

і зародилася наука про льодовики — гляціологія. Їй уже понад два сторіччя.

Пульсуючих льодовиків немало, але з чийого наказу вони наступають і відступають? Наприклад, широковідомий на Памірі льодовик Медвежий. Він наступав у 1937, 1951, 1963, 1973, 1984 роках. Не важко помітити, що проміжки між посуваннями Медвежого складають 10—14 років. Звичайно, можна давати цьому явищу й інше тлумачення. Скажімо, гляціологи пояснюють посування «внутрішніми динамічними причинами».

А що як порівняти пульсацію льодовиків із періодами бурхливої сонячної активності? Чи не за командою Сонця починають посуватися льодовики? Адже востаннє це сталося саме через 11 років. Можливо, що «відпочивши» після чергового такого циклу, льодовик Медвежий знову почне рухатися?..

## ЧЕКАЄМО ЦІКАВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ

Астрономічною сенсацією стало відкриття кілець Урану. Їх сім. Вони дуже тонкі і знаходяться порівняно далеко одне від одного. Деталі будови цих кілець, як і самої планети Уран, що ніби лежить на боку, багато в чому ще лишаються загадкою. Про цю планету так само, як і про Нептун, треба чекати нових цікавих відомостей у найближчому майбутньому.

## ПРИЙМАЄМО ПОПЕРЕДНІ ЗАМОВЛЕННЯ

(Репортаж із заводу майбутнього)

Автоматичною потоковою лінією безперервно рухається неширока стрічка з нержавіючої сталі. На неї поспідовно наносяться сонячні елементи — тоненькі плівки аморфного кремнію, фтору і водню. Готова продукція сходинить із заводської лінії у вигляді рулону. У відділі збуту вже лежать заявки на 3, 5, 20, 100 метрів сонячних батарей.

Замовники повідомляють, що через більш високу вартість вони анулюють зроблені замовлення на сонячні батареї з кристалічного кремнію і просять надалі надсилати їм продукцію тільки з аморфного матеріалу.

Поки йдуть переговори про сталіні рулони, співробіт-



ники відділу реклами розсилають на адреси замовників листи-пропозиції. У них рекламується продукція заводу, випуск якої намічено почати з 1 січня 200... року. Відділ інформує про прийом попередніх замовлень на скляні рулони.

Сталь замінить спеціальне скло, на яке через трафарет автомати нанесуть плівки кадмію, телурию, вуглецю.

Вартість «скляної» сонячної батареї вказано у прейскуранті!

## АВТОРИТЕТНА ДУМКА

«Для багатьох зон країни реальне поєднання котельних установок із сонячними водонагрівачами. Наприклад, у сімферопольському готелі «Турист» сонячні водонагрівачі на 40 процентів скоротили витрату палива. Держплану СРСР разом із Мінбудматеріалів варто було б визначити масштаби виробництва і зони використання котлів-автоматів у комплекті з сонячними водонагрівачами. Доцільно також налагодити випуск індивідуальних сонячних водонагрівачів для сільської місцевості, садівничих кооперативів та інших дрібних споживачів. Пора уже всерйоз залучати сонячну енергію до реальної економії паливних ресурсів» (член-кореспондент АН СРСР Дмитро Георгійович Жимерін).

## У ДВОРІ ТРАВА, НЕ ТРАВА — МЕТАН

Як «виростити» нафту? Для сучасного світу це питання дуже актуальне. Проте відразу обмовимося і відведемо од себе вістря критичних стріл. Редакція ні в якому разі не втручається в давню суперечку прихильників і супротивників двох діаметрально протилежних точок зору на походження нафти. Ще більше, ніяких власних теорій щодо цього висуватися не буде.

Мова піде про новий, нетрадиційний напрямок енергетики. Він дістав неофіційну назву «зелена енергетика».

Уперше енергетичні ресурси зелених рослин свідомо використала ще стародавня людина. Вона була великим новатором і винахідником, адже робила усе вперше!

Не бажаючи розлучатися з вогнем, запаленим блискавкою, що вдарила у смолисте дерево, людина підтягла до багаття сухе гілля і кинула його в полум'я. Весело

затріщало вогнище, високо здійнялися його язички, надійно захищаючи вхід у печеру від диких звірів, зігріваючи і тішачи одноплемінників.

Власне, у такий спосіб стародавня людина вперше використала сонячну енергію, наперед припасену рослинами, як паливо. Ми, нащадки, лише продовжили і розширили цю традицію. На дровах готувалася їжа, дровами обігрівалися хатини і палаци, пізніше дрова підкидали в топки перших парових землечерпалок, пароплавів і паровозів.

Через століття, поставивши на службу енергетики вугілля, торф, нафту, природний газ, нарешті атом, людина знову звернулася до рослинних ресурсів. Правда, в іншій якості. Спалюватимуться не дрова, а «зелена нафта» і біогаз.

Уявімо собі поле, засіяне травою, що швидко росте. Зелену масу засипають у спеціальні місткості, де за неї «беруться» мікроорганізми. Кінцевий продукт переробки трави — паливо. Це біогаз метан.

Уже створено нескладні, малогабаритні апарати для виробництва біогазу із рослинних відходів тільки одного двору — присадибного господарства. Уже збудовано потужні метанобродильні установки, що управляються ЕОМ. Уже в Румунії весною 1983 року пройшов випробування трактор, переобладнаний під дешеве паливо — біогаз.

Винахідники довели, що добутий із рослин синтетичний газ можна перетворити у вуглеводні, тобто в нафту. З неї за добре відомою технологією одержують бензин.

Дослідники добули такий бензин із соку пустельної рослини — еуфорбії. Двигуни внутрішнього згорання чудово працювали на пальному, яке було одержане таким екзотичним способом.

## У ПОХІД ПО НЕЙТРИНО

(Терміново в номер!)

Вирушили в покинутий залізничний тунель у Піренях, над яким лежать скельні породи завтовшки 950 метрів, іспанські та французькі дослідники.

У тунелі змонтоване складне і громіздке обладнання, з допомогою якого вчені сподіваються підтвердити чи відкинути загадку космічних нейтрино.



Нагадаємо, що приблизно два десятиліття тому експериментатори встановили: число космічних нейтрино, які досягають поверхні Землі, менше гаданого.

Порушення «порядку» в мікросвіті не пройшло непоміченим, і відкрити його природу вчені надіються в результаті бомбардування ядра германію-76...

Разград (Болгарія). На підприємстві «Нові енергетичні джерела» налагоджено випуск сонячних колекторів індивідуального користування. Новинкою став колектор для туристів, виконаний у формі плоского чемоданчика, довжина якого 60, а ширина 40 сантиметрів. Ясною сонячної днини за півгодини «сонце в рюкзаку» може закип'ятити 8 літрів води.

### НЕЗВИЧАЙНЕ ПОКРИВАЛО

Це гнучке двошарове пластмасове полотнище чорного кольору, яке можна скручувати в рулони і різати на шматки різної довжини на прохання покупців. Покривало не просте, а з секретом — між шарами пластмаси залишено канали, якими пропускають воду. Оскільки полотнище чорне, вода під дією сонячних променів нагрівається. Накривши ним дах будинку, можна забезпечити його мешканців гарячою водою.

### «ПОДРУЖИЛИСЬ» СОНЦЕ З ВІТРОМ

(Від нашого власного кореспондента)

В Угорській Народній Республіці близько 2000 годин на рік світить яскраве сонце. Недаром у республіці чимало ділянок відведено під сонячну лозу, на якій наливаються соками великі, ароматні грона винограду.

Сонце не тільки віддає свою енергію зеленим рослинам, а й широко використовується угорськими енергетиками. У Дебрецені (Східна Угорщина) в мікрорайоні, який налічує 2000 квартир, сонячна енергія опалює приміщення і нагріває воду. НДІ енергетичного машинобудування Угорщини випускає експериментальні сонячні батареї для обігрівання сільськогосподарських сушилок і теплиць.

Сонячні станції будуються також у багатьох місцях Будапешта, в Мішкольці, Капошварі.

Найкращим прикладом використання нетрадиційних джерел енергії, мабуть, є Кішкуншагський національний парк. Тут в орнітологічному центрі «подружились» Сонце і вітер: вітряк качає, а сонячна енергія нагріває воду.

### ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Чи були в давнину сонячні печі? Правителів ацтеків Монтесумі нібито довелося віддати завойовникам дзеркало із... платини. У XVI столітті його відправили в Іспанію в дар королю.

Температура плавлення платини 1775°C. Щоб розплавити цей тугоплавкий метал, необхідно було, звичайно, виходячи із практичного досвіду наших днів (ми не знаємо технології ацтеків), мати сонячну піч.



Місяць жовтень

Сонце увійшло в сузір'я Терезів

### ВІДКРИВАЮЧИ ТАЄМНИЦІ ВСЕСВІТУ

Перші спостереження за Сонцем із космічної орбіти проведено в СРСР у 1957 році під час польоту другого радянського ШСЗ. На борту супутника знаходилася рентгенівська апаратура з відкритими фотоелектронними помножувачами. Зареєстровані ШСЗ сигнали викликалися не тільки рентгенівським випромінюванням Сонця, а й частинками радіаційних поясів Землі. Правда, цю таємницю Всесвіту вдалося розкрити аж після наступних польотів.

### ПРОГУЛЯНКИ ПО ВЕНЕРІ

Планета ця поки що доступна лише героям науково-фантастичних романів. Але й не побувавши на другій від Сонця планеті, учені вже багато знають про Венеру.

Відомо, наприклад, що її клімат різко відрізняється від земного. На поверхні панує майже 500-градусна жара. При такій жарі плавляться свинець і цинк! А тиск «повітря» на поверхні — близько 100 атмосфер, як у земних океанах на кілометровій глибині. У цьому



розжареному пеклі і саме небо не голубе, як у нас, а оранжеве із зеленуватими відтінками. В оранжевому небі Венери крешуть блискавки — це зареєстрували прилади, встановлені на автоматичних станціях, що досліджують планету.

Спеціалісти вважають, що грози бушують не в хмарах, а нижче — вони, можливо, пов'язані з вулканічною діяльністю. Адже на цій планеті виявлено ознаки існування гігантських активних вулканів. Виверження одного з них, що, як вважають, сталося 1978 року, за силою принаймні в десять разів перевершує будь-яке з вивержень земних вулканів за останні сто років.

До речі, на Землі могутні виверження теж супроводжуються грозовими розрядами.

Дослідження Венери тривають. Так, улітку 1985 року, подолавши відстань близько 500 мільйонів кілометрів, радянські автоматичні міжпланетні станції «Вега-1» і «Вега-2» скинули в польоті аеростатний зонд і посадочне пристосування. В атмосфері планети попливли аеростати, а на її поверхню опустилися посадочні апарати. На них було встановлено ґрунтозабірний прилад, що провів буріння поверхневого шару ґрунту планети. Регулярно всі дані передавалися на Землю.

## ДІАЛОГ ЧИ МОНОЛОГ?

(Роздуми про зоряні сигнали)

Був звичайний осінній день 1974 року. День як день — із турботами, хвилюваннями, радощами...

Лише для невеликої групи вчених, які зібралися в обсерваторії Аресібо, що в Пуерто-Ріко, він був пов'язаний із знаменною подією, відповідь на яку вони сподіваються одержати десь років через п'ятдесят, коли... не більше.

З допомогою великого радіотелескопа, встановленого в Аресібо, до кульового зоряного скупчення М-13, що знаходиться від нас на відстані 24 тисяч світлових років, було послано радіосигнали.

Крапками і тире вчені представили картину, що містить контури тіла людини, структури молекули ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти — носія спадкової інформації), схематичне зображення положення Землі в Сонячній системі.

Пауза між відправленням сигналів і прийомом пос-

лань у відповідь (якщо, звичайно, у скупченні М-13 є ко-  
му посилати відповіді на Землю) складає 50 років. Можливо, що такі інтервали будуть набагато більшими.

Як у такому разі йтиме обмін інформацією? Очевидно, про діалог не може бути мови. Залишається сподіватися на монолог...

## БУДИНКИ ДЛЯ НЕБОЖИТЕЛІВ

(Нотатки з майстерні архітектора)

Стародавні греки оселили своїх богів на горі Олімп і наділили їх усіма людськими якостями. Небожителі роблять як люди: вони працюють, як, скажімо, бог вогню і покровитель ковальства кремезний і кривий Гефест: їдять і спочивають; змагаються і сперечаються; часто сваряться між собою і нерідко обманюють одне одного. Тобто чинять так, як свого часу чинив будь-який житель Пелопоннеського півострова — у Спарті, Коринфі, Патрах...

Досі ми з інтересом читаємо про пригоди героїв міфів і знайомимося з газет із роботою сучасних реальних небожителів — космонавтів.

Радянські орбітальні комплекси літають довкола Землі по кілька років, на них одночасно працюють від двох до шести космонавтів.

Звичайно, орбітальний комплекс — це ще не космічне місто, про яке ще в 1926 році писав Ціолковський: «Довкола Землі влаштовуються обширні поселення». Та якщо згадати, що в плані робіт, намічених Костянтином Едуардовичем, пункт про космічні поселення йде десятим, а з попередніх дев'яти вісім уже здійснено, — ждати, напевно, залишається недовго.

Архітектура невагомості — це звучить фантастично! Все, що збудоване людиною на Землі, — від куренів і вігвамів, від повстаних юрт і дерев'яних зрубів, від іглу ескімосів і шатер бедуїнів до висотних споруд і телевеж, підкоряється гравітації, впливу земного тяжіння.

Які ж форми знайдуть зодчі для невагомості, де немає ні верху, ні низу?

У майстерні московського архітектора В. Локтева виставлено макети будинків для небожителів ХХІ століття, яким належить трудитися в космосі, щоб одержати надчисті ліки і надміцні сплави, такі потрібні на Землі.



Звісно, список земних професій, які знадобляться в космосі, на той час у багато разів зросте.

Для них В. Локтєв і пропонує збудувати місто майбутнього, де «циліндричні, прямокутні, сферичні об'єми вигинаються, сплітаються, переходять один в один, випливають ізсередини або ховаються в надра хитромудрих конструкцій. І тільки тисячі віконечок говорять про те, що перед нами архітектура».

Будуть у цьому космічному місті майстерні та ангари для ракет, зони відпочинку і причали для транспортних і пасажирських кораблів, житлові блоки й сонячні електростанції з широко відкритими назустріч його променям батареями.

### ЗНОВУ «НЕБЕСНИЙ ТИХОХІД»

Та цього разу річ піде не про авіаторів, що воювали в роки Великої Вітчизняної війни на тихохідних По-2, і не про однойменну кінокартину, якої не могли надітися хлопчики 50-х років.

Небесний тихохід зразка 1990 року — це літак із дуже скромними льотно-технічними даними: швидкість до 140 кілометрів на годину, корисне навантаження близько півтонни. І це у вік, коли літають надзвукові пасажирські лайнери конструкції Андрія Миколайовича Туполева і в повітря підіймаються могутні транспортні «Антеї» конструкції Олега Костянтиновича Антонова.

Усе це так, але небесний тихохід — первісток, як був первістком літак із двигуном внутрішнього згорання, на якому 17 грудня 1903 року було здійснено політ тривалістю лише 59 секунд. Літак зразка 1990 року, за задумом конструкторів, полетить на енергії Сонця. Сонячні батареї будуть розміщені на 90-метровому крилі з вуглепластика, обтягнутого тонісінькою полімерною плівкою. Електричний струм піде для привода, що штовхає повітряний гвинт, у денний час і для живлення паливних елементів — у нічний.

### ОВОЧІ ЗАСПЕРЕЧАЛИСЬ ЗА СТОЛОМ...

Цей віршований рядок пригадався кореспондентові газети на одній із представницьких нарад біологів. І ось за яких обставин це сталося.

Серед читачів сатиричного роману Джонатана Свіфта «Мандрі Лемюеля Гуллівера» було чимало й таких, які використали образ лапутянського вченого як синонім нікчемної, непотрібної наукової роботи.

Однак у XX столітті образ лапутянського вченого зрозуміли інакше. Вчений із світовим іменем не побоявся порівняти себе з ним. Це зробив Климент Аркадійович Тімірязєв. У праці «Космічна роль рослин», що вийшла друком у 1903 році, він писав: «Рослина — посередник між Сонцем і Землею. Вона — істинний Прометей, який викрав вогонь із неба».

Грядки огірків, помідорів, салату освітлює Сонце. Вони ростуть, працюють, перетворюючи світлову енергію — енергію Сонця — в хімічну. Хто з овочів ефективніше виконує цю роботу?

Власне, про це й міркували біологи на представницькій нараді. Проте на ній суперечку було розв'язано не на користь овочів. Чемпіоном назвали мікроскопічну водорість хлорелу. Під дією сонячних променів ця культура дуже швидко накопичує біомасу. З допомогою мікроорганізмів її переробляють у метан.

Та існує ще один шлях одержання «хлорелного пального». Здійснимо подорож у майбутнє. Під білим сонцем пустелі Каракуми по розпечених пісках простяглися сотні прозорих трубопроводів. У кожному циркулює органічний розчин. Під дією сонячних променів у ньому відбуваються ті самі перетворення, що й у мікроводорості хлорелі, секрет якої вже розгадали біохіміки. Органічний розчин наперед запасає хімічну енергію. Насоси подають його в цехи енергозаводу. Тут на спеціальних фільтрах осідають молекули. Зібравши з розчину «енерговрожай», оператори біотехнологічного цеху насичують рідину органічними речовинами, і вона тепер перекачується насосами у зворотному напрямку. Розчин тече трубопроводами, «заряджаючись» сонячною енергією.

Звичайно, подібні енергозаводи — поки що царина далекої фантастики. Багато «законів зірки і формул квітки», як писала Марина Цветаєва, ще не пізнано. Знайти відповіді, пізнати закони, розшифрувати формули прагнуть дослідники Всесвіту і мікросвіту — зірок і квітів.



Геліосу присвячували також храми і фортеці. Культ Геліоса існував і в стародавніх народів, що населяли нашу країну. Дві тисячі років тому за 30 кілометрів від сучасного Бревана збудовано фортецю Гарні. Гарні — одна з найдавніших пам'яток фортифікаційного мистецтва. Уже в наші дні археологи виявили тут кам'яну плиту, на якій було вибито напис, що починався словами: «Геліо! Тірідат Великий, Великої Вірменії Государ... збудував... цю неприступну фортецю...» У фортеці, оточеній високим муром із вежами, стояв також і храм Геліоса, змурований із базальту. Як свідчать очевидці, храм зберігся аж до 1679 року і був зруйнований землетрусом.



Місяць листопад  
Сонце увійшло в сузір'я Скорпіона

### СУПЕРЕЧКА ДОВКОЛА ІМЕНІ

Жартівливу суперечку завели якось на борту одного науково-дослідного судна погоди, приписаного до порту Одеса, двоє молодих учених.

— Нашу планету, — сказав один із них, океанолог, — слід було б назвати не Землею, а Океаном, бо саме він, а не суша займає понад 70 процентів поверхні.

— Згоден, — відповів йому опонент, який представляв на борту судна астрономічну групу, — але з однією умовою: наше Сонце, яке називають ще Геліосом, логічніше було б назвати Гідрогеніусом. Незважаючи на те, що на нашій денній зірці виявлено понад 70 хімічних елементів, переважає на ній один-єдиний — водень.

### СТАРТУЄ «ЗОНД-III»

(Репортаж із бразильського космодрому)

Похмурий день поблизу Натал, столиці бразильського штату Ріу-Гранді-ду-Норті. Через 40 хвилин з одного із пускових майданчиків стартує ракета «Зонд-III». Йдуть останні перевірки... На замітку беруться якнайменші відхилення. Допуск до об'єктів центру обмежений і визна-

чається кольором захисного шолома. Тільки оранжевий дозволяє вільне пересування. Панує атмосфера напруженого чекання.

Нарешті, всі тривоги позаду: запуск минув успішно... На борту знаходилась наукова апаратура Національного інституту космічних досліджень, призначена для визначення концентрації електронів у іоносфері.

### ДОРОЖЧЕ ЗЛАТА-СЕРЕБРА

Самі по собі хімічні елементи галій і миш'як не належать до коштовних металів. Але в техніці інші мірки, аніж у ювелірній справі. Сполуки цих двох елементів — кристали арсеніду галію — в кілька разів дорожчі від золота, та й потрібні вони аж ніяк не для прикрас.

Арсенід галію акумулює сонячну енергію ефективніше і може працювати при більш високих температурах, ніж кремній. Можливо, арсенід галію, стійкіший до радіації, стане основним елементом орбітальних сонячних електростанцій.

Та поки що арсенід — дорогий матеріал і не може суперничати з кремнієм. Адже останній — найпоширеніший після кисню елемент на Землі. Родовища кремнезему (піску) зустрічаються повсюдно. Отож кремній вигідно одержувати на Землі, на відміну від арсеніду галію, кристали якого, напевно, доцільніше вирощувати в космосі, в умовах невагомості, на довколаземній орбіті.

### АВТОРИТЕТНА ДУМКА

«Радіаційний режим Землі збалансований. Через це не виключено, що виробіток більш як одного процента одержуваної зараз енергії може спричинити порушення теплового балансу планети. Щоб уникнути цього, вже за кілька десятиліть доведеться виробляти її за рахунок відновлюваних джерел: сонця, вітру, морських хвиль, земного тепла. Проблема безпосереднього використання променевої енергії Сонця в недалекому майбутньому стане однією з головних. Порівняти її за значенням можна з проблемою керованої термоядерної реакції...» (член-кореспондент АН СРСР М. С. Лідоренко).



Одержати за такою технологією надчисті тугоплавкі й жароміцні матеріали допомагає вченим Ташкентського фізико-технічного інституту денне світило. Радянські високотемпературні геліоконцентратори дають змогу мати у фокусі до 4 тисяч градусів Цельсія. З допомогою сонячних печей можна плавити найтугоплавкіші матеріали. Для порівняння наведемо дані сонячної печі для плавлення металів, збудованої у Франції, в Піренеях. Тут вдається одержати температуру понад 3 тисячі градусів Цельсія.

І сонячна піч ташкентських учених, і піч у Піренеях — це, образно кажучи, рукотворні денні зорі. Температура, що досягається у фокусі геліоконцентратора, співмірна з температурою поверхні Сонця.

### ЗІРКА, ЩО НЕ «СТАВАЛА» В ШЕРЕНГУ

Тільки-тільки фізики-теоретики наведуть «лад» у мікросвіті, як експериментатори на своїх прискорювачах відкривають нову елементарну частинку, і всю з таким терпінням зведену будівлю доводиться руйнувати, бо новій частинці в ній не було передбачено місця.

Правда, трапляється й навпаки, коли нову частинку, як то кажуть, на кінчику пера відкривають самі теоретики... Щось подібне буває і в мікросвіті.

Зоряна теорія Артура Еддінгтона уявляла їх, тобто зорі, як гігантські плазмові кулі, «в яких сила самогравітації врівноважена тиском плазми, що залежить від зрівняння стану ідеального газу». Ця теорія пояснювала спостережувані властивості більшості зірок на діаграмі Герцшпрунга-Рессела.

Але всю цю чудову картину псувала одна зірка: 40 Ерідан В. Для своєї високої температури вона мала дуже низьку світність. Згодом такі зірки стали називати «білими карликами». Невдовзі їх пощастило «зважити». Виявилось, що відомий супутник Сіріуса Сіріус В має масу, яка дорівнює сонячній, радіус у сотні разів менший, а щільність у мільйон разів більшу за сонячну!

Передусім зауважимо, що вона схожа на парасольку, складається і легко вміщається у рюкзак або в багажник автомобіля. Та коли її, як і парасольку, розгортають, то служить вона не для захисту від дощу, а для приготування їжі, кип'ятіння води. Яєчня на цій печі без дров смажиться менш як за три хвилини, трохи довше готується м'ясо.

Діаметр чудо-печі 80 сантиметрів. У центрі розташований стержень, який спрямовують на Сонце. Саме він і забезпечує високу температуру в точці фокусування променів.

### НЕ ПОЩАСТИЛО...

Ученим із різних країн, що приїхали в гори Атласу (Марокко) з найновішим обладнанням, хмари і дощ завадили спостерігати порівняно рідкісне явище — повне сонячне затемнення, яке тривало сорок секунд!

### НАПУВАЄ СОНЦЕ!

Джамбульська область бідна на прісну воду. Буває, її доставляють у деякі райони в цистернах. Учені запропонували опріснювати солону воду з допомогою сонячної енергії.

У колгоспі «Червоний Жовтень» працює перший у Казахстані опріснювальний геліоагрегат. Звичайне скло герметично закриває залізобетонні лотки, в які подається із глибинних свердловин солоня вода. На сонці вона швидко нагрівається. Пара, що утворилася, конденсується на похилому склі і стікає в резервуар-нагромаджувач. Прісна вода обходиться у двадцять разів дешевше, аніж доставлена автоцистернами.

### ІЗ КОЛЕКЦІЇ АРХІВАРІУСА

Протягом 1865—1869 років у Москві вийшло три томи фундаментальної праці «Поетичні погляди слов'ян на природу», укладеної російським фольклористом Олександром Миколайовичем Афанасьєвим. У ній наведено стародавні писемні джерела, зокрема Іпатіївський



літопис: «... и после Сварога (ім'я, пов'язане з індоєвропейським коренем «свар» — «блискотливий», «пекучий») царствовав сын его именем Солнце, его же нарицают Дажбог... Солнце-царь, сын Сварогов, еще есть Дажбого бо муж силен...»

Згадується Дажбог (одна із назв бога Сонця, в міфології східних слов'ян — Хорс), чиї дії пов'язувалися з теплом і врожаєм на полях, і в інших давньоруських літописах.

До речі, розкачуючи тісто на млинці, а потім витягуючи їх, рум'яні й апетитні, з печі, рідко хто тепер згадує, що млинці — зразки древнього поклоніння блискотливому дискові Сонця.



Місяць грудень  
Сонце увійшло в сузір'я Стрільця

### ГОЙДЛИВЕ СОНЦЕ

Одним із великих відкриттів останніх років було виявлення директором Кримської астрофізичної обсерваторії АН СРСР академіком, Героєм Соціалістичної Праці Андрієм Борисовичем Северним та його співробітниками коливань в атмосфері Сонця з періодом 160 хвилин. Цей своєрідний «вдих-видих» сонячної поверхні висотою трохи більше найвищих земних гір — свідчення чудової в експериментальній астрономії точності спостережень.

### СОНЦЕГРАД НА БАМі

В «Основних напрямках економічного і соціального розвитку СРСР на 11-ту п'ятирічку та період до 1990 року» поставлено завдання «збільшити масштаби використання в народному господарстві відновлюваних джерел енергії», серед яких названо енергію Сонця. Які перспективи його служби, наприклад на БАМі?

Чорна пластикова панель «вбирає» сонячні промені і передає тепло воді, що надходить для опалення будинку. Таку геліоустановку, споруджену на даху кожної будівлі Сєвєробайкальська, бачать у недалекій перспективі його проектувальники — співробітники лєнінградського інституту «Діпроміст». Вони врахували, що цей

порт на БАМі лежить на широті Києва, і ясних днів на рік тут стільки ж, скільки й на Чорноморському узбережжі. Використання енергії Сонця дасть змогу в місті, яке будується на вічній мерзлоті, спорудити мінімальне число котелень.

### З ТЕЛЕТАЙПНОЇ СТРІЧКИ

Сідней. Біля сходів оперного театру автомобіль, який приводила в рух енергія Сонця, закінчив пробіг із міста Перта, що на березі Індійського океану, до Тихоокеанського узбережжя Австралії.

Маршрут у 4 тисячі кілометрів машина пройшла за 20 днів із середньою швидкістю 25 кілометрів на годину.

### ІНФОРМАТОР

Астрономам відомі зірки типу «білий карлик», розміри яких не перевищують і половини діаметра нашого Місяця.

На великих відстанях від зірок, у холодних хмарах міжзоряної речовини, вже знайдено понад 50 хімічних речовин.

У Сатурна відкрито кілька нових льодових супутників, але невеликих, не більш як тисяча кілометрів у діаметрі.

На Марсі виявлено найграндіознішу гору в Сонячній системі — вулкан Нікс Олімпік. Його висота близько 27 кілометрів, а підніжжя складає 600 кілометрів у діаметрі! Уявляєте собі вулкан, що розкинувся на просторі від Москви до Ленінграда?!

Щороку на поверхню Землі випадає понад 10000 тонн космічного пилу. Внаслідок цього маса Землі з кожним роком збільшується на кілька тонн.

Протягом майже двох десятиліть найдальшою планетою Сонячної системи буде не Плутон, а Нептун — восьма за ліком від Сонця планета. Нептун вийшов за орбіту Плутона у грудні 1978 року. І аж у травні 2000-го року Плутон знову стане на своє ар'єргардне місце.

На квадратний метр земної поверхні припадає 160 ватів сонячної енергії. При цих підрахунках мається на увазі, що сонячна енергія на земній кулі надходить у рівних кількостях як удень, так і вночі, як улітку, так і



взимку, як у ясну погоду, так і в похмуру, як у холодних районах, так і в жарких.

Грози, що бушують на планеті-гіганті Юпітері, виявили вчені Інституту радіофізики й електроніки Академії наук УРСР. У результаті тривалих спостережень із загального потоку коротких радіохвиль вдалося виділити сильні короткі імпульси, що мають ознаки електричних розрядів-блискавок.

Найближча до Сонця планета Меркурій зовні схожа на Місяць: вона вся порита кратерами. У неї виявлено унікальну гелієву атмосферу, яка більше не зустрічається в Сонячній системі. Сам Меркурій, як вважає дехто з учених, — це скоріш за все колишній супутник Венери.

Газо-пилові хмари трапляються в Галактиці повсюди. Вважають, що в них народжуються зірки і, можливо, планети.

Зірка Вега, що знаходиться на відстані 26 світлових років від Сонця, у два рази більша за Сонце і в 60 разів яскравіша, а вік її не перевищує мільярда років.

Серед астероїдів, відомих як малі планети, найбільший — Церера. Його діаметр близько тисячі кілометрів.

## ПРО СОНЯЧНИЙ ВІТЕР І ВЕНЕРІАНСЬКІ ХМАРИ

(Сторінка спогадів)

Ні, не літає ще людина на Венеру. І не вертаються на Землю послані автомати. Замовкаючи, вони лишаються в п'ятисотградусній задусі під гнітом стоатмосферної товщі. Нема життя на Венері...

ШСВ — перші штучні супутники Венери — то наближались до планети на півтори тисячі, то віддалялися від неї більш як на сто тисяч кілометрів. І ще довго кружляли й сигналізували ШСВ, пронизуючи приладами атмосферу і ударну хвилю сонячного вітру, що обтікає кулю планети.

— І було це того пам'ятного ранку 22 жовтня 1975 року о восьмій тридцять за московським часом, — згадував доктор технічних наук, лауреат Ленінської премії Юрій Якович Карпейський. — Тоді завдяки автоматичним міжпланетним станціям «Венера-9» і «Венера-10» уперше вдалося виміряти швидкість вітру поблизу поверхні сусідньої планети.

## РЕПОРТАЖ У НОМЕР: «ПІДВОДНІ ФЕРМИ»

Альгологія — наука про водорості. В її «реєстрі» налічується кілька тисяч видів водоростей: від гігантських рослин завдовжки 30 метрів до мікроскопічного фітопланктону. Три чверті врожаю Світового океану припадає на ці найдрібніші водорості. Вони вільно плаваютьширяться у морській воді. Їхній рух залежить од вітру, хвиль, течій. Звідси й назва мікроскопічних водоростей — фітопланктон. «Панктон» по-грецькому означає «блукаючий» — блукаючі рослини.

Поки альгологи сортують рослини на групи, зважують, вимірюють і аналізують, представники ряду інших професій, не чекаючи остаточного результату всеокеанського перепису, вже використовують морську флору для потреб медицини, сільського господарства, промисловості. В останні роки на ці дари моря звернули увагу як на енергетичну сировину.

Альгоенергетиками підраховано, що велике господарство водоростей на 40 тисяч гектарів зможе постачати енергією місто з населенням 50 тисяч жителів.

У відкритому морі випробували плавучу раму площею 400 квадратних метрів. Її відбуксировали у море і встановили на двох якорях на глибині 13 метрів. За ростом і розвитком водоростей спостерігали водолази. Вони навідувалися на підводну ферму ще й для того, щоб відібрати найпродуктивніші види.

Цікаво, що з метою забезпечення навігації і збереження самої підводної споруди від пошкодження суднами на рамі встановили оригінальну щоглу — своєрідну металеву «ялинку» з голками від фольги, яка дає засічки на суднових локаторах.

На маківці «ялинки», як і на вишках плавучих морських бурових, горіли навігаційні вогні, а електроенергію для них давали морські хвилі.

Підводні ферми виявилися придатними для практичного використання.

Учені вважають, що велика ферма по вирощуванню водоростей, удобрюваних поживними речовинами, добутими з глибин океану, може давати з кожного гектара культивованої площі океану рідке й газоподібне пальне, мастила, ліки і добрива.

Автори проекту «Місто в океані» пропонують збудувати плавучий агропромисловий комплекс, в межах якого перероблятимуться водорості.



Акваторія комплексу надійно огорожена від штормових хвиль кільцеподібним плавучим молотом. У його тілі розміщені різні склади, майстерні, лабораторії та житлові приміщення. Всередині акваторію поділено на сектори. Кожен із них відведено одному «спеціалізованому» виду водоростей. Загородки утримують бар'єри із надувних плотів. Від яворів угору до плавучих бар'єрів тягнуться сталі троси — основа надійності всього підприємства. На них і укріплюється водонепроникна тканина або синтетична плівка.

Крім макроводоростей, «Місто в океані» спеціалізується на «виробництві» фітопланктону. Його культивують як у відкритих басейнах, так і в спеціальних батареях. У них мікроводорості разом із поживним середовищем рухаються скляними трубами і, циркулюючи по них, ростуть набагато швидше, ніж у басейнах.

Фітопланктон, який швидко розмножується простим поділом і для свого розвитку потребує лише мінеральних поживних речовин і сонячного світла, може дати достатньо сировини для виробництва тисяч літрів пального на добу, а також амоній, що може бути використаний для одержання добрив.

Нарешті, у порівнянні з водою морські рослини містять у тисячі разів більше хрому, марганцю, цинку, срібла, рідкоземельних та інших елементів, і їх теж можна «добувати» з фітопланктону при комплексній переробці.

До речі, удобрювати підводні луки вигідніше не зверху, а знизу, дістаючи потрібні сполуки з морського дна.

## ПАРАД ПЛАНЕТ

Земля та вісім інших планет, які обертаються довкола Сонця, вишикувалися біля свого командарма — денної зірки.

Найближче за всіх — Меркурій. Він утричі ближче до світила, ніж Земля, і «день» на Меркурії у 88 разів довший від земного. Протягом меркуріанського «дня» температура піднімається до плюс 450 градусів Цельсія. Далі йдуть у шерензі Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, а в самісінькому кінці — Плутон. Це найвіддаленіша планета в Сонячній системі. Вона дістає в тисячу разів менше сонячного світла, ніж Земля. Середня температура на Плутоні — мінус 270 градусів Цельсія.

## КОМЕТА «ПІДМОРГУЄ»

Помічено вперше. Група астрономів із Медонської (Франція) та Маунт-Паломарської (США) обсерваторій виявили, що комета Галлея, яка у червні 1984 року знаходилася на відстані понад один мільярд кілометрів від Землі, «підморгує».

Це означає, що світність її регулярно (протягом приблизно доби) то зростає, то різко падає.

Уже висунуто кілька гіпотез. Одна з них припускає, що в ядрі комети є два джерела випромінювання: одне слабке, друге сильне. Обертання комети довкола її власної осі спричиняє спостережувані перепади яскравості.

Друга пов'язана із запиленістю комети. Звичайно, це космічний пил, що відклався під час попередніх зближень комети із Сонцем (останнє у 1910 році). Небесна мандрівниця періодично, образно кажучи, струшує із себе пил, і тоді, наче вимите до Травневих свят віконне скло, свічення комети посилюється.

Нарешті, третя гіпотеза. Вона не виключає, що «підморгування» комети пов'язане із виділенням газу з її поверхні під впливом сонячного тепла.

## АВТОРИТЕТНА ДУМКА

«Середня потужність сонячного випромінювання в космосі, як відомо, в десять разів більша, ніж на Землі: там немає поглинання світла атмосферою і добових змін інтенсивності. А відсутність гравітації і вітру дає змогу будувати протяжні конструкції. Важко уявити гігантські платформи-електростанції площею в сотні квадратних кілометрів із мільйонами лінзових модулів з фотоелементами. Так само, як і потужності таких станцій — у мільярди кіловатів. Однак розробляються проекти будівництва потужних орбітальних сонячних електростанцій, що знаходитимуться від Землі за десятки тисяч кілометрів. Сьогодні це ще фантастично, але, без сумніву, свого часу стане реальністю» (академік Володимир Максимович Тучкевич).



## МАЯКИ-РОБІНЗОНИ

Протягом п'яти років без втручання людини і в найнесприятливіших умовах можуть працювати автономні маяки на сонячній енергії. Сонячні батареї потужністю від 10 до 120 Вт, встановлені на платформі-плотику, не бояться ударів штормових хвиль та ураганного вітру. Кремнієві елементи батарей розміщені між двома скляними пластинами і стягнуті рамою з нержавіючої сталі. Їм не страшна надмірна волога. Наче робінзони, що опинилися на ненаселеному острові, далеко від людей, ніч за ніччю ці невеликі маяки посилають своє світло назустріч кораблям, попереджаючи їх про невидиму підводну небезпеку.

А вранці, коли над підводною скелею, біля якої встановлено маяк-робінзон, зійде сонце, автомати перемикають батареї на підзарядку. І отак, день за днем, усі п'ять років.

## ПРО КОРИСТЬ ЧОРНОЇ КІШКИ

Чимало тварин посіли гідне місце в історії науки. Досліди італійського фізіолога Луїджі Гальвані (1737—1798) прославили жабу, а роботи зі спектроскопом американського фізика Роберта Вуда (1868—1955) — чорну кішку.

Ось як це було. Спектроскоп Вуда складався з довгої дерев'яної труби, що стирчала із стіни сарая. Її підпирали непоказні залізні підставки. В одному кінці труби знаходилася дифракційна решітка, у другому — щілина і дзеркало. На нього з допомогою другого дзеркала і лінзи, що працювали як геліостат, який обертався годинниковим механізмом услід за сонцем, потрапляв сонячний промінь.

Та не тільки професор Вуд, а й родина... павуків облюбували дерев'яний спектроскоп. Павуки сплели павутину і не мали ані найменшого бажання покинути зручне житло. Особливо багато павутини назбиралося за літо, коли Вуд був у відпустці.

Професор не на жарт розсердився. Не знайшовши на похваті підходящого інструмента, щоб почистити трубу, схопив чорну кішку і запхав її в один кінець спектроскопа, а потім закрив його. Кішка, не маючи іншої можливості звільнитися з місця ув'язнення, поповзла тунелем

до світла. Вона вискочила на другому кінці труби, тягнучи за собою цілий шлейф із павутини, і з жахом кинулася через паркан від такого страшного місця.

Професор Роберт Вуд, як стверджує його біограф Вільям Сібрук у книзі «Роберт Вуд. Сучасний чародій фізичної лабораторії» (вона витримала в нашій країні кілька видань), зовсім не сподівався, що ця подія стане всесвітньою відомою. Він просто принагідно згадав про користь кішки і для астрономів в одній із своїх статей. Так, Вуд проілюстрував швидкий, ефективний і безплатний спосіб одержання бажаного результату з допомогою підручного засобу.

## «ЗАКОНСЕРВОВАНІ» ПРОМЕНІ

почав серійно випускати Світловодський завод чистих металів у Кіровоградській області. Сонячні батареї — кишенькова геліостанція завбільшки як дорожня шахова коробка — призначені для живлення транзисторних магнітофонів середньої потужності.

## ЗА СЕКУНДУ — 100 ГРОЗОВИХ РОЗРЯДІВ

Щосекунди на земній кулі відбувається до ста грозових розрядів. Вони — непередбачувані і часом завдають чималої шкоди, а то й стають причиною різних аварій. Температура в грозових розрядах у чотири рази вища за температуру поверхні Сонця, а сила струму досягає 100 000 А.

## ВІД ОКУЛЯРІВ ДО ТЕЛЕСКОПА

(Факти з історії науки)

Лінзи з гірського кришталю були знайдені Генріхом Шліманом під час розкопок Трої. Їх виготовлено кілька тисячоліть тому. Подібні знахідки відомі з розкопок археологів у Саргоні (Месопотамія). Століття відмежовують нас від тих днів, коли було виготовлено месопотамські лінзи.

В одному з музеїв Тбілісі зберігається антична лінза діаметром 45 мм із гірського кришталю. Її виготовлено на початку IX ст. нашої ери.



Однак минуло ще кілька століть, перш ніж з'явилися... окуляри. Історики відносять цю подію до XIII століття. Але хто їх винайшов? Досі історики оптики не знають його імені. В одній із монастирських бібліотек у Пізі є хроніка, в якій повідомляється, що окуляри почав уперше виготовляти «той, хто не хотів відкрити своєї таємниці». Це нібито сталося, пише в книзі «Становлення прикладної оптики в XV—XIX ст.» В. О. Гуриков, в Італії у 1285 році.

Цю дату і вважають часом появи окулярів. Їх використав Галілей і при виготовленні свого першого телескопа. Він являв собою свинцеву трубу, на кінцях якої Галілей помістив двох «окулярних скелець».

## «ТУР ДЕ СОЛЬ» — СОНЯЧНЕ РАЛЛІ

Спеціальний кореспондент «Сонячної газети» повідомив із Женеви, що тут фінішувало перше європейське раллі транспортних засобів, які працюють на сонячній енергії.

Змагання тривали загалом 5 днів із перервами на темний час доби. Старт було дано в швейцарському місті Романсхорн. У гонках брало участь 42 автомобілі любителів і промислового виробництва. Переможець «Тур де Соль» подолав відстань від Романсхорна до Женеви (368 кілометрів) за 8 годин 38 хвилин. «Заважала тільки похмура погода, — сказав переможець. — Я міг би показати кращий результат».

Слова автомобіліста були записані просто на фініші в той час, коли його перетинали інші учасники раллі. Проте це не позначилося на якості запису. Річ у тому, що автомобілі, покриті сонячними батареями, безшумно перетинали лінію фінішу.

## РІК СОНЯЧНОГО МАКСИМУМУ

(Від нашого власного кореспондента з Іркутська)

Тут відбувалася нарада по обговоренню даних Року сонячного максимуму. У ній брали участь радянські вчені й астрономи-сонячники з 15 країн світу.

Міжнародна наукова програма «рік сонячного максимуму» (PSM) здійснювалася в 1979—1981 роках. Спеці-

альні спостереження за процесами, що відбуваються на Сонці, вели тоді 56 обсерваторій, у тому числі 18 радянських, а в космосі завдання програми виконували супутники — радянські, американські, японські... Це був період накопичення знань. Потім настав час аналізів і підсумків. З цією метою було проведено шість нарад у різних країнах світу, сьома відбулася в нашій країні — в Іркутську. Нових даних так багато, що вирішено провести ще одну, заключну, нараду в Тулузі (Франція).

У Раді «Сонце—Земля» АН СРСР нашому кореспондентові повідомили, що готується ще одна дуже широка програма «Глобальні виміри», яка охопить увесь комплекс проблем сонячно-земних зв'язків. У ній візьмуть участь учені всіх спеціальностей: дослідники явищ на Землі, у довколаземному просторі і в біосфері. Спираючись на вже накопичені знання та на нову інформацію, вчені світу дадуть прогнози сонячної активності на багато десятиліть уперед.

## ЧИ ЛЕГКО ВІДКРИТИ СУПУТНИК

Уран і п'ять його супутників — Оберон, Титанія, Умбріель, Аріель та Міранда — утворюють третю за чисельністю систему супутників Сонячної системи. Уран поступається лідерством тільки перед супутниковими системами Юпітера і Сатурна.

Найменший супутник Урана — Міранда має блиск у шість разів менший найслабшого з останніх. Його було відкрито в 1948 році, і відтоді не виявлено жодного нового супутника, незважаючи на комплексне використання найбільших телескопів і найчутливіших детекторів.

За діло, юні астрономи! У просторах Сонячної системи ще «гуляють» невеликі супутники, які «вислизнули» од відкриття.

## ПРЕДМЕТ, ЯКОГО ПОКИ ЩО НЕМАЄ В...

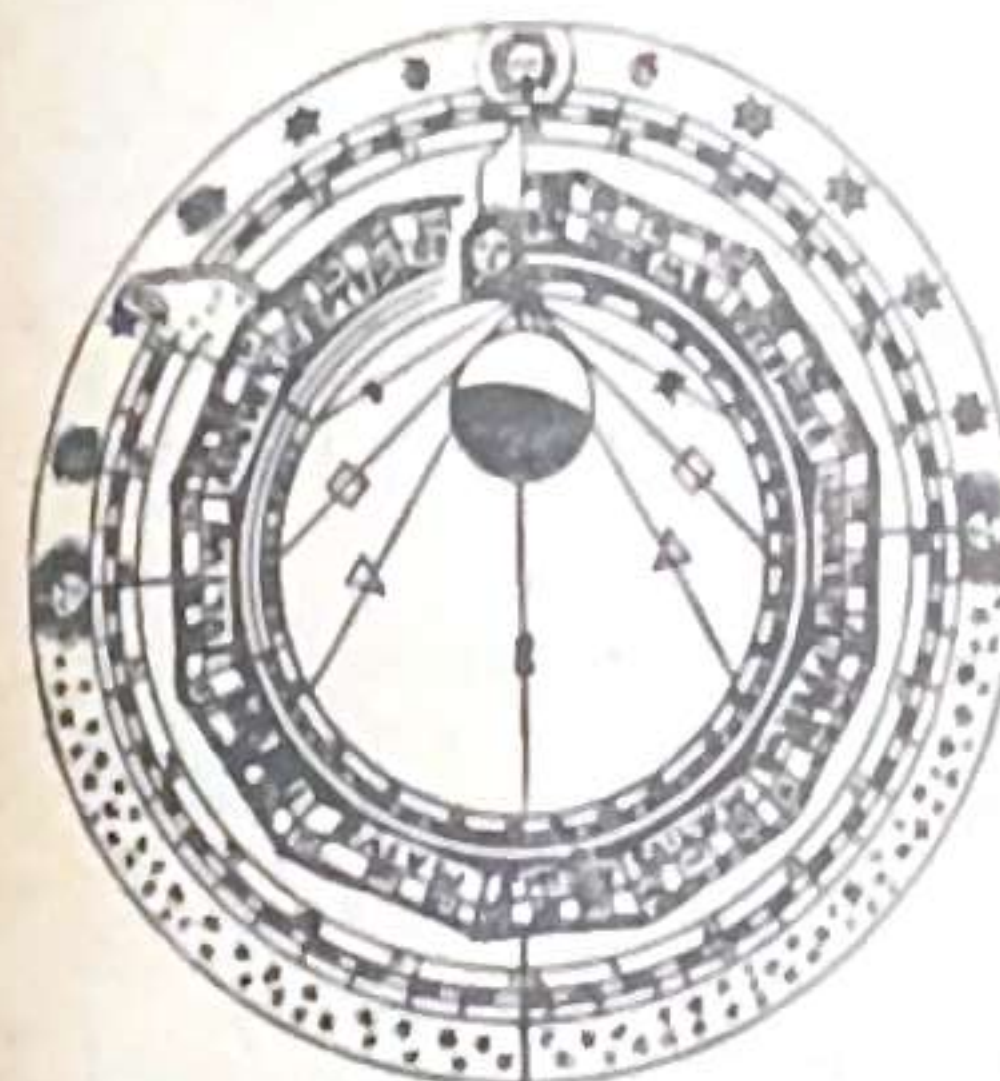
шкільній програмі — геліоенергетика, повідомляють нам із Новосибірська. Тут у 179-й школі діти вивчають сонячну енергетику. І не просто вивчають колись кимось відкрите, а беруть участь у дослідженнях, які провадить на своєму геліополігоні Олексій Васильович Чернишев, працівник міжшкільного учбово-виробничого комбінату.



Сенсацією на Всесвітній виставці в Парижі 1878 року стала газета «Сонце», яку надрукувала парова машина з допомогою сонячного проміння, сконцентрованого величезним дзеркалом...

Ось що писала про це «диво» преса Росії трохи більш як сто років тому: «Для цієї мети було використано чималий конус із срібних пластин 3,5 метра в діаметрі. Сонячні промені, зібрані ним, концентруються на чорній поверхні парового казанка, вміщеного у фокусі дзеркала й оточеного скляним ковпаком, який перешкоджає розсіюванню відбитого казанком тепла. При такій конструкції виявилось можливим одержати тиск пари від 4 до 5 атмосфер. Пара через трубку надходить у циліндр парової машини звичайнісінького пристосування, а з маховика цієї машини рух передається пасом на яку завгодно машину.

Поряд із великим інсолатором було виставлено сонячні нагрівачі менших розмірів, пристосовані для того, щоб зварити каву, суп та ін.».



## СЛОВНИЧОК

науково-технічних термінів, наведених у книжці

**Адвекція** — горизонтальне переміщення повітря в одних районів Землі в інші.

**Акумулятор** (у перекладі з латинської «нагромаджувач») — прилад для нагромадження енергії. Бувають гідравлічні, теплові, інерційні акумулятори. Останні найпоширеніші.

**Антициклон** — система потоків у атмосфері або океані, які рухаються за годинниковою стрілкою в Північній півкулі і проти неї в Південній.

**Апвеллінг** — підйом на поверхню моря холодних глибинних вод переважно внаслідок дії вітру. Це явище майже завжди пов'язане з районами підвищеної біологічної активності.

**Атмосфера** — рухома і нестійка газова оболонка, що оточує планету Земля.

**Гамма-астрономія** — вивчає джерела космічного електромагнітного вимірювання з довжиною хвилі менш як 0,01 нм. Гамма-випромінювання Сонця було виявлене з допомогою приладів, установлених на супутниках і ракетах. Реєструється під час хромосферних спалахів на Сонці.

**Геліоенергетика** — галузь науки і техніки, що вивчає питання енергетичного використання сонячної радіації.

**Гідросфера** — моря й океани планети, її річки й озера, підземні води і крига. Гідросфера — акумулятор сонячного тепла і його перерозподільник на Землі.

**Гідротерми** — джерела високотемпературних вод, що надходять із надр Землі й зустрічаються як на океанічному дні, так і на суші.

**Дейтерій** — важкий ізотоп водню. Атомне ядро дейтерію складається з одного протона і одного нейтрона. У ядрі звичайного «легкого» водню (H) міститься тільки протон.

**Електромагнітні хвилі** — залежно від частоти (довжини хвиль) розрізняють: радіохвилі, інфрачервоне, видиме, ультрафіолетове випромінювання, рентгенівські та гамма-промені.

**Іоносфера** — верхній шар атмосфери, вище 50—80 кілометрів, в якому міститься значне число вільних електронів та іонів, що утворилися під дією ультрафіолетової і рентгенівської сонячної радіації й космічних випромінювань. Має великий вплив на поширення радіохвиль.

**Кальдера** (в перекладі з португальської «котел») — кратер вулкана, діаметр якого перевищує 1—2 кілометри.

**Клімат** — сукупність атмосферних умов (умов погоди), характерних для кожного району країни.



**Колектор сонячний** — частина установки для прямого використання сонячного випромінювання. У колекторі це випромінювання поглинається.

**Конвекція** — перенесення тепла у вертикальному напрямку рідиною або газом, що рухаються. З конвекцією в атмосфері Землі пов'язане утворення хмар, а на Сонці — грануляція.

**Космічні промені** — безперервні потоки швидких заряджених частинок — протонів, електронів, ядер різноманітних хімічних елементів, що летять у різних напрямках у космосі із швидкістю понад 100 000 кілометрів у секунду.

**Космогонія** — наука, що вивчає походження і розвиток небесних тіл: Сонця, зірок і галактик, планет і їхніх супутників.

**Магнітосфера** — область атмосфери, в якій проявляється дія магнітного поля Землі. Місце «зустрічі» з потоками заряджених частинок космічного походження (сонячним вітром).

**Мезосфера** — шар атмосфери, розташований на висотах від 55 до 80 кілометрів. Відокремлений од стратосфери стратопаузою.

**Міжзоряний газ** — заповнює простір між зірками і має приблизно такий же, як і в них, хімічний склад: найбільше водню, далі йде гелій і дуже мало решти хімічних елементів.

**Міжзоряний пил** — як невеликий домішок (близько одного процента за масою) міститься в міжзоряному газі. Окремі мікропилінки — кілька десятків часток міліметра — можуть складатися із вуглецю, кремнію, різних змерзлих газів.

**Нейтринна астрономія** — вивчає небесні тіла шляхом реєстрації нейтрино, які вони випускають. Елементарна частинка нейтрино не має електричного заряду і рухається із швидкістю світла. Нейтрино утворюється в надрах зірок, у тому числі й Сонця, там, де йдуть термоядерні процеси.

**Оранжерейний (парниковий) ефект** — дія поглинання і випромінювання радіації атмосферою на температуру земної поверхні та повітря.

**Парогенератор** — прилад для одержання з рідини енергетичної або промислової пари із заданими температурою й тиском. Найчастіше робочою рідиною служить вода.

**Піроліз** — розкладання речовини під дією високих температур.

**Плазма** — стан речовини: суміш газів, електронів, іонів і нейтральних атомів. Плазма спостерігається при різних видах електричних розрядів, у зоряній і міжзоряній речовині, при термоядерній реакції.

**Погода** — стан атмосфери у певному районі в обмежений проміжок часу (рік, місяць, доба). Мінливість — одна з найхарактерніших рис погоди. Вона може мінятися щодня, щогодини, щохвилини.

**Радіоастрономія** — вивчає небесні тіла за радіовипромінюванням, що приходить від них. Сильне джерело радіовипромінювання наше Сонце. Радіотелескопи приймають космічне радіовипромінювання вдень і вночі, в ясні й похмурі дні, оскільки хвилі проходять і крізь хмарний покрив Землі.

**Радіаційні пояси Землі** — області за межами земної атмосфери з високою щільністю енергетичних частинок, переважно електронів і протонів. Пояси умовно поділяються на внутрішній (до 1200 кілометрів) і зовнішній (до 57 000 кілометрів). Їх відкрито з допомогою штучних супутників Землі (ШСЗ).

**Радіолокаційна астрономія** — ґрунтується на застосуванні методів радіолокації в дослідженнях небесних тіл. Першими великими об'єктами радіолокаційної астрономії стали Сонце

і Місяць. Із 1961 року ведеться радіолокація планет Сонячної системи.

**Рентгенівська астрономія** — досліджує джерела космічного випромінювання з довжиною хвилі від 0,01 нм до 10 нм. На сьогодні зареєстровано випромінювання Сонця і кількох сотень джерел, розташованих поза Сонячною системою. Рентгенівські випромінювання нашої зірки утворюються в хромосфері і короні — шарах сонячної атмосфери, нагрітих до температури в мільйони градусів. Потужність сонячного рентгенівського випромінювання залежить від активності Сонця і сильно міняється з часом. Дослідження ведуться апаратурою, піднятою за межі земної атмосфери з допомогою ракет і ШСЗ.

**Синоптична карта** — карта з нанесеними на неї результатами метеорологічних спостережень на обширній території.

**Служба Сонця** — центри реєстрації сонячної активності, а також усіх сонячних спалахів. У спостереженнях беруть участь великі астрофізичні обсерваторії і спеціальні станції.

**Сонячна батарея** — система з напівпровідникових фотоелементів, які безпосередньо перетворюють енергію сонячної радіації в електричний струм.

**Сонячний вітер** — газоподібна речовина (плазма), що витікає із Сонця. Сонячний вітер переважно складається з атомів водню, протонів і вільних електронів.

**Сонячний генератор** — установка, складена з рухомих дзеркал. Вони концентрують і спрямовують сонячні промені в точку, в якій створюється висока температура.

**Сонячна постійна** — кількість сонячної енергії, що падає за 1 хвилину на площадку в 1 квадратний сантиметр, розташовану перпендикулярно до сонячних променів за межами земної атмосфери і на середній відстані Землі від Сонця ( $1,36 \text{ кВт/м}^2$ ).

**Сонячна система** — у неї входить Сонце, великі планети — Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон, їхні супутники, малі планети (астероїди), комети і безліч так званих метеорних тіл (діаметром від 100 метрів до найменших порошинок).

**Стратосфера** — шар атмосфери до висоти 50—55 кілометрів. Розташована безпосередньо над тропосферою і відокремлюється від неї тропопаузою.

**Термосфера** — розташований над мезосферою шар атмосфери, в якому температура зростає з висотою.

**Триггер** — перемикальний пристрій, спусковий механізм, що застосовується переважно в ЕОМ і пристроях автоматики.

**Тропосфера** — шар атмосфери, що простягається від земної поверхні до висоти 16—18 кілометрів над екватором і 8—10 кілометрів над полюсами. У тропосфері розвиваються основні явища погоди.

**Турбулентність** — безладний рух атмосферних вихорів.

**Шкала Кельвіна (K)** — абсолютна температурна шкала. Температура плавлення льоду за цією шкалою дорівнює 273 K. Нуль градусів шкали K власне дорівнює  $-273,16^\circ\text{C}$ . Це абсолютна межа холоду. Абсолютний нуль практично недоступний.

**Циклон** — система потоків у атмосфері або океані, що рухаються проти годинникової стрілки в Північній півкулі і за годинниковою — в Південній.



## ЗМІСТ

Зоряні вісники 5

### *Розділ перший*

#### ДИРИГЕНТ ЗЕМНИХ БУР

Що може бути простіше від зірки? 12

Чим топлять Сонце 15

Сонячний газ 25

Космічна регата 29

Загадки темних плям 41

Порушник спокою 50

### *Розділ другий*

#### УВЕСЬ СВІТ ЦІКАВИТЬСЯ ПОГОДОЮ

Атмосферний щит планети 55

Погода цікавить усіх 58

Цей непосидючий малюк 61

Земне дзеркало Сонця 66

### *Розділ третій*

#### МИ — ДІТИ СОНЦЯ

Сонце, мозок, інтеграл 69

Увага: на дорогах сонячно!.. 74

Рицарі-карлики і нащадки-акселерати 76

Восьма кара єгипетська 82

Примхи горбуші 88

Хто заводить біодинник 93

### *Розділ четвертий*

#### УВІМКНІТЬ ЗІРКУ!

Увімкніть зірку! 98

Додати справ Сонцю 102

Де спекти м'ятний пряник? 104

Від сходу до заходу і далі без зупинки 106

КЕС на Місяці і на орбіті 109

Океан «слухає» Сонце 115

Це було в космосі 117

Електростанції без турбін 120

Із повідомлення ТАРС 122

Водокачка в океані 123

Чий син вітер? 129

СОНЯЧНА ГАЗЕТА НА ДВАНADЦЯТЬ МІСЯЦІВ 138

СЛОВНИЧОК науково-технічних термінів, наведених у книжці 195



Короткий Р. М.  
К68 Загадки денної зірки: Наук.-худож.  
кн. Для серед. та ст. шк. віку / Худож.  
Д. О. Заруба. — К.: Веселка, 1986. —  
199 с., іл.

Про Сонце, найближчу нам денну зірку, що дарує  
світло, тепло, життя, про те, як ми досліджуємо  
процеси, що відбуваються на Сонці, які механізми  
взаємодії з ним людського організму, як оволодіти  
могутністю денного світила і використати його  
енергію на Землі, — розповідається у книжці.

4802020000—075  
К M206(04)—86 25.86.

22.652



Роберт Манусович Короткий  
ЗАГАДКИ ДНЕВНОЙ ЗВЕЗДЫ

Научно-художественная книга  
(На украинском языке)

Для среднего и старшего школьного возраста

Художник Дмитрий Александрович Заруба

Киев «Веселка»

Редактор С. П. Литвиненко

Художний редактор С. О. Ільницький

Технічний редактор Л. В. Маслова

Коректори С. В. Гордіюк, Т. М. Васильова

Информ. бланк № 3957

Здано на виробництво 19. 04. 85. Підписано до дру-  
ку 25. 12. 85. БФ 19055. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Папір дру-  
карський № 2. Гарнітура шкільна. Друк високий.  
Умови друк. арк. 10,50. Умовн. фарб.-відб. 10,92. Обл.-  
вид. арк. 10,90. Тираж 65 000 пр. Зам. 1538-5. Ціна 55 к.

Ордена Дружби народів видавництво «Веселка»,  
252050, Київ-50, Мельникова, 63.

Львівська книжкова фабрика «Атлас», 290005,  
Львів-5, Зелена, 20.







ОЛЕКСІЙ  
ГАНСЬКИЙ



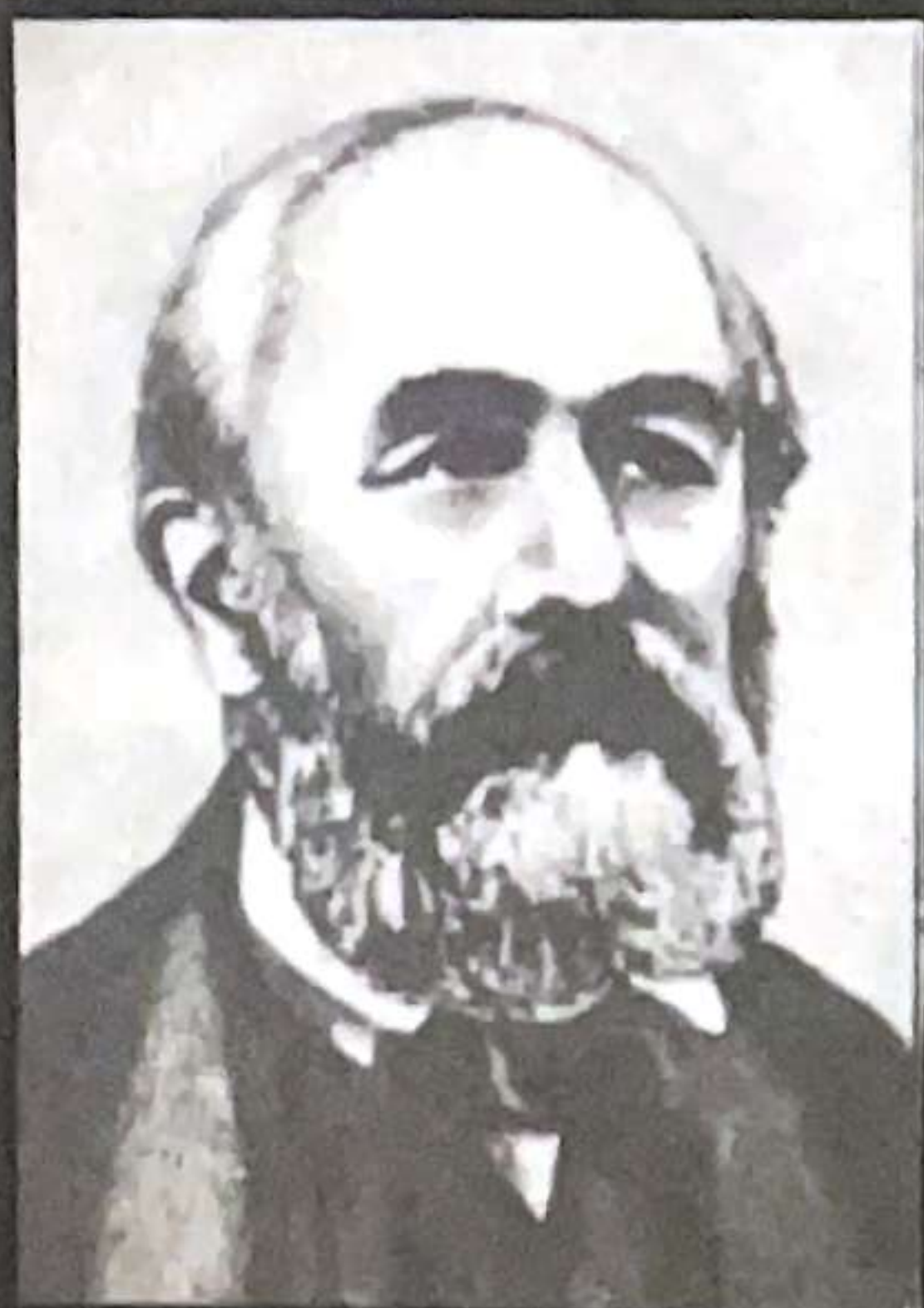
ОЛЕКСАНДР  
ЧИЖЕВСЬКИЙ



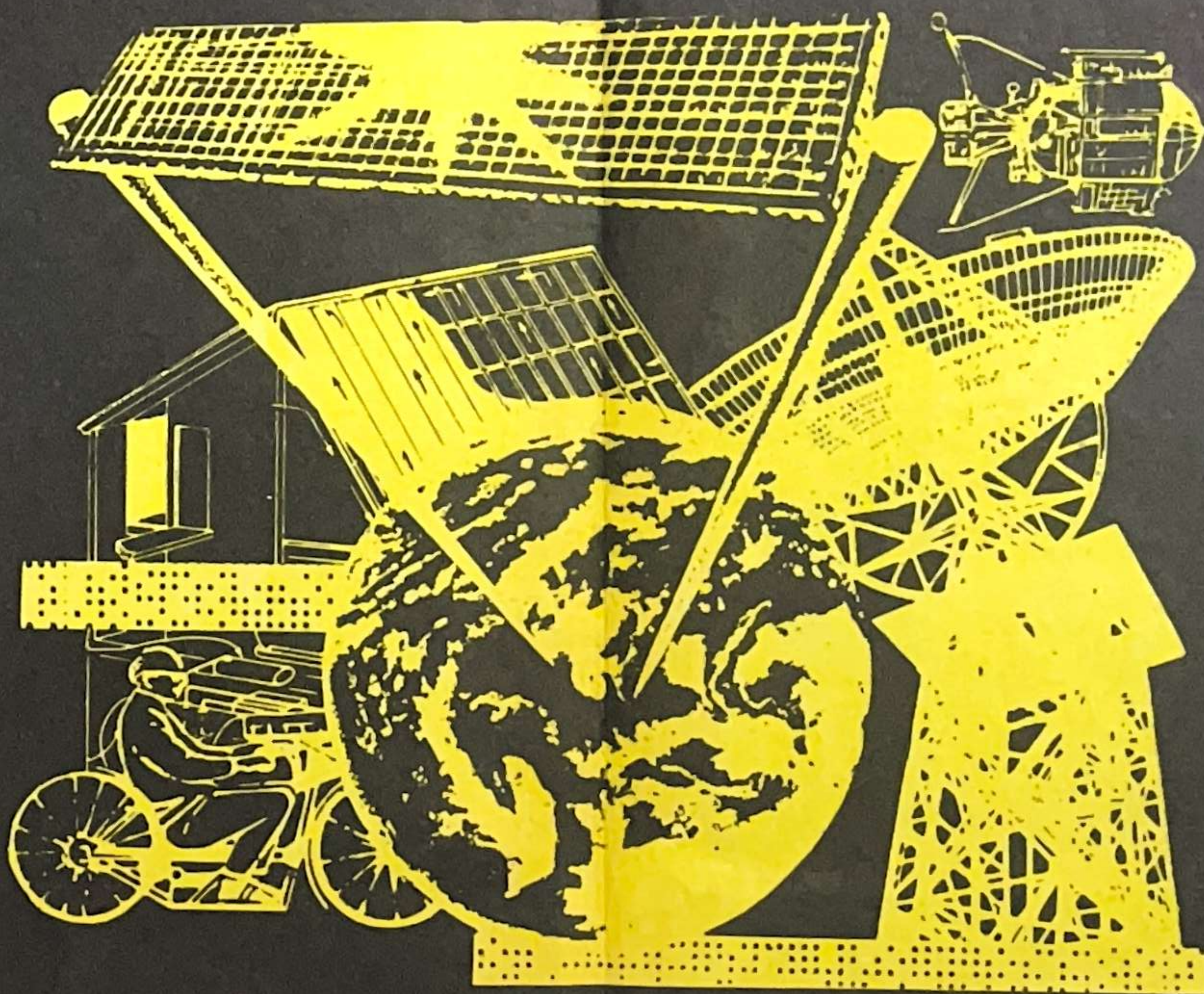
МИКОЛА  
ШЕРБИНОВСЬКИЙ



МОРИС ЕЙГЕНСОН



РУДОЛЬФ ВОЛЬФ



АНДРІЙ  
СЄВЕРНИЙ