

ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ

2 | 2009

В ШКОЛІ

ІНДЕКС 74637

ЖІНКИ-АСТРОНОМИ В УКРАЇНІ

КРАЩИЙ ДОСВІД НАВЧАННЯ
ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ
В СЕРЕДНІЙ І ВИЩІЙ ШКОЛІ

НОВИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЕКСПЕРИМЕНТ

З ІСТОРІЇ НАУКИ



Міжнародний рік астрономії-2009

Великий ювілей

Сергій КУЗЬМЕНКОВ

Один із ювілеїв 2009 р. – 400 років від початку використання Галілео Галілеєм телескопа. Винахід телескопа започаткував 400-річний період дивовижних астрономічних відкриттів. Цей винахід спричинив появу зовсім іншої, нової, астрономії в якій головними поступово стали не розташування і рух небесних тіл, а їх природа, будова та еволюція. Згодом об'єктами дослідження стали системи небесних тіл, аж до найбільшої – Всесвіту в цілому. Ця справді історична подія привела до наукової революції. В астрономії – це друга революція, першу пов'язують з іменем Миколая Коперника і появою геліоцентричної системи.

Щоправда, як зазначає в «Історії астрономії» І. А. Климишин [1], рівно за сто років до Галілея Леонардо да Вінчі записав у своєму щоденнику: «Зроби окулярні стекла для очей, щоб бачити Місяць великим», а в одному з рукописів Леонардо знайдено рисунок дволінзового телескопа, в якому роль об'єктива виконує плоскоопукла, а окуляра – двоопукла лінза.

Загалом же відкриття лінзового телескопа приписують одному з двох голландських фабрикантів окулярів – Захарію Янсену (1604 р.) або Францу Ліпперсгею [1]. Відомо, що другий у жовтні 1608 р. зробив навіть заявку на патент. Якимось чином Галілей дізнався про цей винахід і в травні 1609 р. сконструював власний телескоп, схема якого зображена на малюнку 1 (с. 3 обкладинки).

До речі, перші телескопи називали «перспективами». Термін «телескоп» увів дещо пізніше філолог Доменісіані [1], хоча оприлюднене воно

було 14 квітня 1611 р. Його ужив принц Федеріко Цезі, меценат і любитель науки, під час опису цього інструменту на урочистому бенкеті на честь Галілея з нагоди прийняття його в члени Академії деї Лінчеї [2] («Академії рисьбооких» – фактично першої Італійської академії наук, заснованої тим же Цезі в 1603 р.). Цезі і запропонував називати цей інструмент «telescopio» (від грец. *τελεε* – далеко і *σκοπεο* – бачити).

Роботу над телескопом Галілей описав у своїй першій книжці «Зоряний вісник» (1610 р.) [3, 4]: «Місяців десять тому до наших вух дійшла чутка, що певний нідерландець побудував перспективу, за допомогою якої зримі предмети, хоча б і віддалені на велику відстань від ока спостерігача, було чітко видно ніби зблизька; про дивовижну дію цього приладу розповідали деякі знавці; їм одні вірили, інші їх відкидали...; це було приводом, щоб я цілком віддався досліджен-

ню причин, а також придумуванню засобів, які дали б мені змогу стати винахідником такого приладу; згодом, заглибившись у теорію заломлення, я цього досягнув; спочатку я зробив собі свинцеву трубу, на кінцях якої пристосував два оптичних скла, обидва з одного боку плоскі, а з другого перше було сферично опуклим, а друге – вгнутим; наблизивши після цього око до вгнутого скла, я побачив предмети досить великими і близькими...».

Головною перевагою «перспективи» Галілея була її порівняно висока якість. Переконавшись у низькій якості окулярного скла, він розпочав шліфувати лінзи власноруч. Він удосконалив технологію виготовлення лінз, але не обійшлося й без відомого методу «спроб і помилок». Відомо, що обробивши 300 лінз, він відібрав для телескопів лише декілька з них [5, 353]. Усі зорові труби, що їх використовували до Галілея, давали збільшення лише у 3–6 разів, у той час як його перший телескоп мав 14-кратне збільшення.

До того ж нікому до Галілея не вдалося, спрямувавши «перспективу» на небо, провести стільки спостережень і зробити стільки важливих відкриттів, оприлюднивши їх. Наведемо головні з них.

По-перше, це стосується Місяця: «...Ми дійшли такої думки, – пише Галілей у “Зоряному віснику” [3, 4], – що з повною впевненістю можемо вважати поверхню Місяця не



З ІСТОРІЇ НАУКИ

такою вже й гладкою, рівною і з найточнішою сферичністю, як велика кількість філософів думає про неї та про інші небесні тіла, але, навпаки, нерівною, шорсткою, вкритою западинами та височинами, цілком подібною до поверхні Землі...». Галілей тут же обчислив висоту гір на Місяці.

«...Тепер скажемо коротко про те, що нами було виявлено в нерухомих зорях. Передовсім гідне подиву те, що зорі, як нерухомі, так і блукаючі під час розглядання в трубу, ніяк не виглядають збільшеними в розмірах у тій самій пропорції, як це буває в інших предметів і навіть у Місяця... Гідна також зауваження різниця між виглядом планет і нерухомих зір. А саме планети-кульки цілком круглі й чітко окреслені; нерухомі зорі ніяк не мають вигляду обмежених колом круга, але наче певні вогні, що мерехтять і оточені навколо променями, які коливаються; розглядувані в зорову трубу, вони мають таку саму природу, як і під час спостереження простим оком...». Мабуть, це перше спостережувальне підтвердження того, що зорі дуже далекі.

«Третім предметом, — продовжує Галілей, — була сутність, або матерія Молочного Шляху. За допомогою зорової труби її можна настільки відчутно спостерігати, що всі суперечки, які протягом стількох віків мучили філософів, знищуються наглядним свідченням, і ми позбудемося багатослівних

диспутів. Справді, Галаксія є не чим іншим, як зібранням численних зір, розташованих групами. В яку б його ділянку не спрямувати трубу, відразу ж зору трапляється незлічена множина зір...».

По-четверте, відкриття супутників Юпітера, цієї моделі Сонячної системи «в мініатюрі»: «Тепер залишається те, що в цій справі є, можливо, найважливішим, а саме, що ми відкрили (і доводимо це до загального відомо) чотири планети, ніким ще не бачені від початку світу до наших днів..., вони... то рухаються услід за Юпітером, то випереджають його і віддаляються від нього або до сходу, або до заходу, здійснюючи лише дуже невеликі відхилення, і ніхто не може сумніватися в тому, що вони навколо нього і здійснюють свої обертаня... Крім того, вони здійснюють обертаня по неоднакових колах». Отже, «...наші відчуття показують нам чотири світила, які обертаються навколо Юпітера, як Місяць навколо Землі, тоді як всі вони разом з Юпітером протягом 12 років описують велике коло навколо Сонця...».

Описані в «Зоряному віснику» відкриття стали сенсацією, і наклад у 550 примірників розійшовся за декілька днів [1].

Трохи пізніше, в грудні 1610 р., Галілей повідомляє про відкриття фаз Венери [1, 4]: «...Коли я почав спостерігати на початку її вечірньої появи, побачив її такою, що має круглу форму, але дуже

маленьку. Продовжуючи далі спостереження, я зауважив, що вона дуже помітно збільшується в розмірах..., доки, наблизившись до свого найбільшого відхилення, вона не почала зменшувати свою круглість з боку, зворотного до Сонця, і за декілька днів перетворилася у фігуру півкруга..., доки вона не почала відступати у напрямі до Сонця..., тут вона починає ставати помітно рогатою...». І далі йдуть важливі висновки: «... Венера (і, безперечно, що те ж саме робить і Меркурій) рухається навколо Сонця, що є поза будь-яким сумнівом центром найбільших обертань усіх планет. Крім того, ми впевнені, що ці планети самі по собі є темними і блищать лише освітлені Сонцем, чого, як я гадаю, не відбувається з нерухомими зорями..., і що ця планетна система, напевне, побудована зовсім не так, як про це звичайно думають». Відкриття фаз Венери (які обов'язково мають бути для внутрішньої планети) і супутників у Юпітера були серйознішими аргументами на користь геліоцентричної системи Коперника.

Наведені уривки свідчать не тільки про надзвичайну працьовитість Галілея, його вміння спостерігати і бачити, а й про глибокий розум та дивовижну інтуїцію. Відома реакція Йоганна Кеплера на ці відкриття [4]: «Я був схвилюваний авторитетом Галілея, який він набув правильними судженнями та гостротою розуму».

Як же змінилася астрономія за ці чотириста років! Сьогодні телескопи, що розташовані на Землі та в космосі, спостерігають Всесвіт 24 год на добу в усіх діапазонах електромагнітного випромінювання – від радіо- до гамма-діапазону. Сьогодні астрономія по-справжньому є всехвильовою, і в цьому полягає особливість сучасного етапу її розвитку. Зараз у розпорядженні астрономів тільки в оптичному діапазоні є три 10-метрових (з них два телескопи Кека на Гавайях), два 9-метрових, дев'ять (!) 8-метрових (з них чотири входять до складу VLT – «Дуже великого телескопа» в чилійських Андах), п'ять 6-метрових та велика кількість телескопів меншого діаметра. Ось така багата спадщина першого телескопа Галілея.

Взагалі сучасна астрономія є результатом інтелектуального розвитку нашої цивілізації впродовж тисячоліть, який бурхливо триває і сьогодні, не знаючи ніяких меж: географічних, вікових, статевих, расових і культурних. У цьому сенсі астрономія – це класичний приклад того, як наука може сприяти поглибленню міжнародної співпраці та вза-

ємодії.

Тому цілком закономірно, що 20 грудня 2007 р. 62-га Генеральна Асамблея ООН оголосила 2009 рік **Міжнародним роком астрономії** (МРА-2009). Резолюція була подана Італією, батьківщиною Галілео Галілея. МРА-2009 є ініціативою Міжнародної астрономічної спілки (МАС) та ЮНЕСКО. Як було проголошено, заходи МРА-2009 призначені для усіх громадян нашої планети. Вони будуть спрямовані на те, щоб поділити з громадськістю радість та хвилювання відкриттів, задоволення від спільного використання фундаментальних знань про Всесвіт та про наше місце в ньому, оцінити належно науковий підхід до вивчення природи. Творчі аспекти астрономії є безцінним ресурсом всього людства. Мета МРА-2009 полягає в тому, щоб стимулювати в усьому світі, особливо серед молоді, цікавість до астрономії і науки в цілому в контексті центральної теми: «Всесвіт для тебе» (подробниці див. на веб-сайті <http://www.astronomy2009.org/>).

У межах заходів МРА-2009 учителям фізики та астрономії можна запропонувати дві конкретні справи. По-

перше, взяти активну участь в організації та проведенні дня «Тротуарної астрономії». Тротуарна астрономія – вид аматорської астрономії, заснований відомим американським астрономом-аматором Джоном Дібсоном у 1968 р. У цей день астрономи-аматори виносять свої телескопи на міські вулиці (звідси й назва) і запрошують пересічних громадян безкоштовно дивитись на небесні об'єкти, пояснюючи їм побачене (це якраз у дусі МРА-2009). Зазвичай це відбувається в квітні–травні поблизу першої чверті Місяця (найбільш сприятливий час для його візуальних спостережень у телескоп). У 2009 р. фаза першої чверті припадає на 1 травня [6]. Можна обрати будь-який вечір протягом тижня із серединою, що припадає на 1 травня (зазвичай вибирається вихідний день, але це не обов'язково). У 2009 р. травнева дата буде навіть символічною. Із планет у цей час увечері буде добре видно тільки Сатурн, але разом із Місяцем – це найефектніші об'єкти для спостережень у невеликі телескопи.

До речі, відомо, що Галілей був близький до відкриття кілець у Сатурна, але з то-

Таблиця

Характеристики телескопів Галілея

Лінза	Фокусна відстань, см	Радіус кривизни першої поверхні, см	Радіус кривизни другої поверхні, см	Показник заломлення скла	Діаметр лінзи, см	Діаметр діафрагми, см	Товщина лінзи в центрі, см
Об'єктив 1	132,70	99,50	346,50	1,580	5,1	2,6	0,25
Окуляр 1	-9,52	∞	4,85	1,509	2,6	1,1	0,30
Об'єктив 2	95,60	53,50	5050,00	1,550	3,7	1,6	0,20
Окуляр 2	-4,88	5,15	5,15	1,527	1,7	2,2	0,18
Розбитий об'єктив	168,90	94,16	1436,30	1,523	5,8	3,8	0,40



З ІСТОРІЇ НАУКИ

гочасною оптикою це важко було зробити, до того ж йому трохи не пощастило. У липні 1610 р. він зауважив [1], що «зоря Сатурн не є лише одною, а складається із 3, які немов торкаються одна одної, але між собою не рухаються і не змінюються; вони розташовані в ряд по довжині Зодіаку, причому середня з них приблизно втричі більша, ніж 2 бокові...». Одна із замальовок Галілея представлена на малюнку 3.

У ті часи автор відкриття іноді друкував його в зашифрованому вигляді. Такий шлях давав можливість, не поспішаючи, перевірити спостереження і водночас зберегти свій пріоритет. Шифроване повідомлення Галілея (анаграма) виглядала так (про цікаві подробиці, в яких задіяний також Й. Кеплер, див. [7]): «*Altissimum planetam tergeminum observavi*», що перекладається як «Найвищу планету потрійною спостерігав» (у часи Галілея Сатурн – планету, відому на той час як найвіддаленішу, називали «найвищою»). Яким же було здивування Галілея, коли двома роками пізніше він побачив Сатурн у повній самотності!

Це ми тепер знаємо, що умови видимості кілець змінюються з часом, і через кожні 14,8 років площина кілець опиняється в такому положенні, що промінь зору земного спостерігача розташовується в цій площині. У такому разі кільця стають невидимими. Галілею так і не вдалося

пояснити свої спостереження «найвищої» планети. Загадка «вух» Сатурна була розгадана тільки в 1655 р. Хрiстiаном Гюйгенсом.

Зазначимо, що під час спостереження Сатурна для здобуття помітного ефекту видимості кілець слід застосувати збільшення не менше 30х, а також, що досвід проведення дня «Трогуарної астрономії» є у м. Херсоні, м. Харкові, де ця акція вже декілька років поспіль проводиться Херсонським державним університетом спільно з Херсонським планетарієм, причому в 2008 р. – вже на центральній площі міста.

Інший захід, який нам здається дуже доречним у межах МРА-2009, – це реконструкція разом з учнями історичних спостережень Галілео Галілея. Об'єкти відомі, необхідно відтворити телескоп Галілея. До нашого часу збереглися два його телескопи (мал. 4) та розбитий об'єктив третього (цей об'єктив розташований у центрі фігурної музейної підставки, яка підтримує телескопи), які виставлено в Музеї історії науки у Флоренції. Оптичні характеристики лінз цих телескопів зведено в таблиці [8].

Збільшення першого телескопа було 14х, другого – 19,5х. Третій телескоп, від якого зберігся тільки розбитий об'єктив, при застосуванні окулярів від першого та другого телескопів мав би збільшення відповідно 17,8х та 34,6х. Характерна особливість телескопів Галілея полягала

в тому, що окулярами слугували розсіювальні лінзи (в таблиці це позначено, як звичайно, знаком «мінус» перед значенням фокусної відстані). Мабуть, це пояснюється інерцією мислення – перенесення на телескопи досвіду, хоч і невеликого, побудови зорових труб, які, за означенням, мали давати пряме зображення земних об'єктів.

Слід зважити на те, що оптична система Галілея має певні недоліки і про це необхідно повідомити учням. По-перше, в цій системі мале поле зору, і воно буде тим меншим, чим більшим буде збільшення телескопа (поле зору обох телескопів, що збереглися, не перевищує 15'). По-друге, в цій системі немає проміжного дійсного зображення між об'єктивом та окуляром, куди можна було б помістити візирну сітку (перехрестя ниток) для розв'язування вимірювальних задач.

Цих недоліків позбавлена оптична система, яку запропонував Й. Кеплер і яка згодом одержала його ім'я. Зацікавившись відкриттями Галілея, він у 1610 р. починає активно займатися оптикою і незабаром в нього визріває проект принципово нової зорової труби, що складається з двох двоопуклих лінз (мал. 2). Ця система відома нині як класична телескопічна система. Вона дає перевернене зображення, проте для астрономічних спостережень це не має значення. По суті, кеплерова труба має один недолік – за того ж самого об'єктива

вона довша за галілеєву трубу. Це пояснюється тим, що довжина кеплерової труби визначається сумою фокусних відстаней об'єктива та окуляра, а довжина галілеєвої – їх різницею (за модулем).

Усі ці обставини призвели до того, що сьогодні, на відміну від системи Кеплера, система Галілея в телескопах не використовується. Сфера її використання з очевидних причин – театральні біноклі.

За тонкощами побудови аматорських телескопів рекомендуємо звернутися до відомих книжок М. С. Навашина [9] та Л. Л. Сикорука [10].

Біля парадних сходів фізичного факультету університету м. Падуя, де свого часу читав лекції Галілео Галілей, висить мармурова меморіальна дошка з його словами: «Як на мене, то краще знайти істину хоча б у невеликій

справі, ніж довго обговорювати найвеличніші питання, не досягнувши жодної істини». З огляду на це кредо Галілея, дуже не хотілось би звести ювілейні заходи МРА-2009 до написання рефератів, читання лекцій, екскурсій до місцевого планетарію (якщо він є і ще й працює), хоча і це потрібно. Побажаємо кожній школі України відзначити МРА-2009 якоюсь живою справою.

У 1609 р. відбулася ще одна визначна подія – вихід у світ книжки Йоганна Кеплера «Нова астрономія», в якій було сформульовано перших два закони руху планет, які тепер носять його ім'я. Це «зовсім інша історія», але, на нашу думку, вона не може залишитися в тіні ювілейних заходів з приводу винаходу телескопа.

ЛІТЕРАТУРА

1. Климишин І. А. Історія астрономії. – Івано-Франківськ: Вид-во ІФТКДІ, 2000. – 652 с.
2. Ашимбаєва Н. Т. 14 апреля – день рождения телескопа. // <http://www.astronet.ru/db/msg/1227272/>
3. Галилей Г. Звездный вестник // Вопр. истории естествознания и техники. – 1964. – Вып. 16. – С. 3–28.
4. Галилей Г. Избранные труды в двух томах. – Т. 1. – М.: Наука, 1964. – 562 с.
5. Энциклопедия для детей. – Т. 8: Астрономия. – М.: Аванта+, 1997. – 688 с.
6. Шкільний астрономічний календар на 2008/2009 навчальний рік: Вип. 5 / М. І. Буромський, В. Й. Мазур, А. О. Житецький. – К.: Наук. світ, 2008. – 80 с.
7. Гурштейн А. А. Извечные тайны неба. – М.: Наука, 1991. – 496 с.
8. Гуриков В. А. История создания телескопа: Истор.-астроном. исследования, XV. – М.: Наука, 1980. – 368 с.
9. Навашин М. С. Телескоп астронома-любителя. – М.: Наука, 1979. – 440 с.
10. Сикорук Л. Л. Телескопы для любителей астрономии. – М.: Наука, 1989. – 368 с. – (Б-ка любителя астрономии).

ПАМ'ЯТКА ДЛЯ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ

1. Автор подає до редакції рукопис українською мовою у двох примірниках, обсягом до 10 сторінок формату А4.
2. Автор підписує другий примірник рукопису, стверджуючи цим достовірність дат, цитат, фактів тощо.
3. Текст рукопису бажано набрати на комп'ютері (друк з одного боку сторінки, півтора інтервала між рядками, розмір шрифту 14) і додати до нього диск або дискету. Можливий і машинописний варіант (друк з одного боку сторінки, два інтервали між рядками).
4. Поля сторінок рукопису: ліве і нижнє – 25 мм, верхнє – 20 мм, праве – 10 мм.
5. Ілюстрації подаються на окремих аркушах.
6. Бібліографія до рукопису має бути складена з додержанням правил стандартів.
7. До рукопису додаються дані про авторів (прізвище, ім'я та по батькові, місце роботи, посада, адреса, телефон).
8. Статті, які передбачається використати при поданні до захисту дисертаційних робіт, надсилати з рецензією та зазначенням рубрики «Педагогічні дослідження».

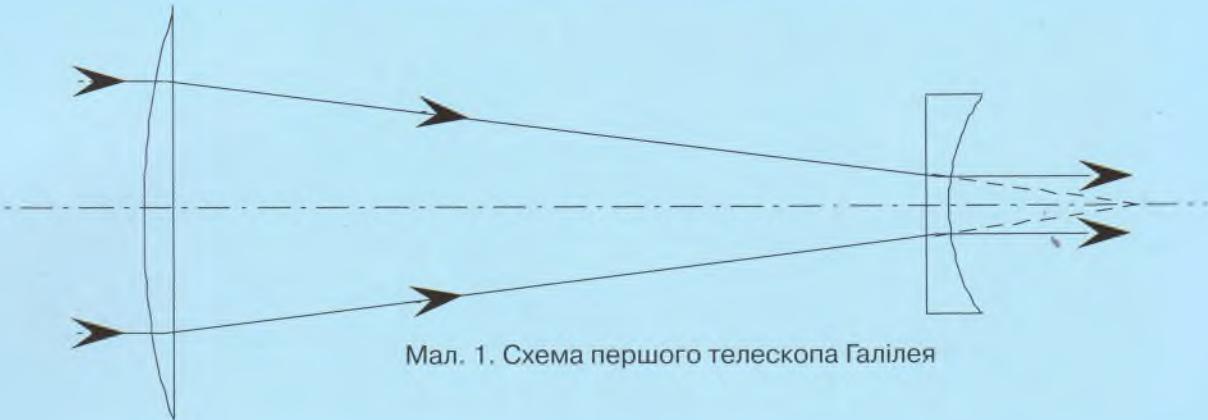
Бажаємо успіхів!

Формат 60×84 1/8. Папір газетний. Друк офсет.
Умов. друк. арк. 5,58. Обл.-вид. арк. 6,1.
Наклад 2420. Зам. 9.

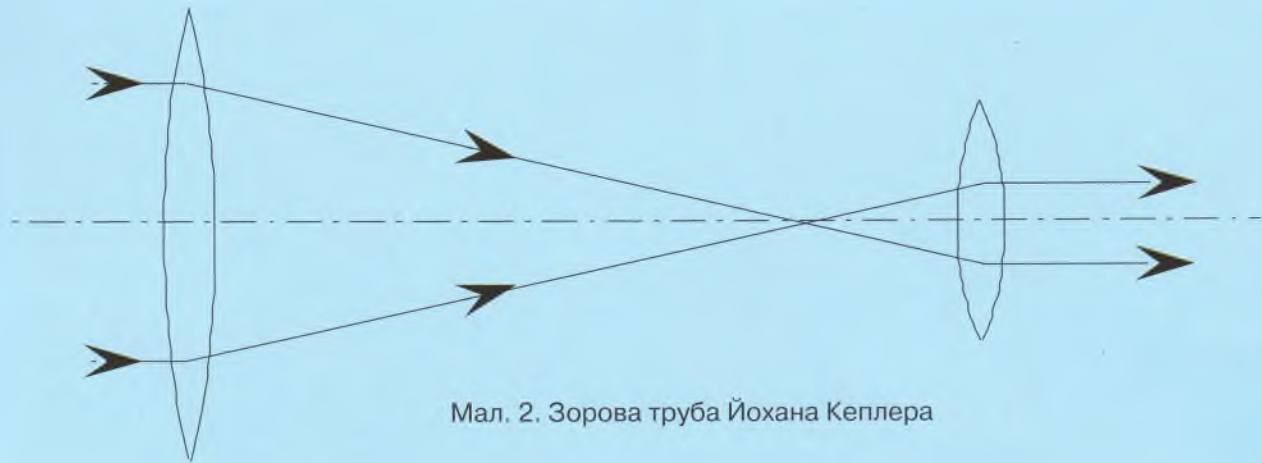
МІЖНАРОДНИЙ РІК АСТРОНОМІЇ-2009

ВЕЛИКИЙ ЮВІЛЕЙ

До статті Сергія КУЗЬМЕНКОВА (с. 45—48)



Мал. 1. Схема першого телескопа Галілея



Мал. 2. Зорова труба Йохана Кеплера



Мал. 3. Замальовка Галілея

Мал. 4. Телескоп Галілея