



ISSN 1607–2855

Том 2 • № 2 • 2001 С. 9 – 12

УДК 521.113

## До питання про астрономічну освіту в Україні

**І.К. Коваль**

Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка

*Пропонується розширити вивчення астрономії в школі і в педагогічних університетах. При підготовці вчителя астрономії необхідно звернути увагу на міжпредметні зв'язки астрономії з математикою, фізикою, біологією, екологією, філософією.*

*К ВОПРОСУ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ В УКРАИНЕ, Коваль И.К. – Предлагается расширить изучения астрономии в школе и в педагогических университетах. При подготовке учителя астрономии необходимо обратить внимание на межпредметные связи астрономии с математикой, физикой, биологией, экологией, философией.*

*ON THE PROBLEM OF ASTRONOMY EDUCATION IN UKRAINE, by Koval' I.K. – Widening of astronomy learning in schools and pedagogical universities is proposed. It's necessary to pay attention to between-subjects links during the process of astronomy teachers' preparation: astronomy and mathematics, physics, biology, ecology philosophy.*

Так трапилось, що політичний сплеск в досягненнях космічної науки в 70-ті роки співпав в Радянському Союзі з початком втрати астрономії як обов'язкового предмету в загальноосвітній середній школі. Ця тенденція залишилась і в Україні – незалежній державі. Подальші тривалі дискусії привели, нарешті, нас до того, що маємо – випускник середньої школи чи ПТУ має віддалене уявлення про астрономію, про здобуття людини у вивченні різноманітних об'єктів безмежного Всесвіту. І мова йде не просто про астрономію, а, насамперед, про астрофізику – розділ астрономічної науки, який базується на законах фізики. Випадає з поля зору молоді цілий ланцюг астрофізичних відкриттів, з'ясування процесів утворення та еволюції зірок, зоряних скупчень, галактик та Всесвіту в цілому, питань порівняльної планетології і т. ін. Не маючи можливості довести до учня величну інформацію про космос, ми багато втрачаємо – втрачає вчитель фізики та інших предметів, а ще більше – учень. Прикро і те, що обділення сучасної школи космічною інформацією дехто вважає доцільним, посиляючись на постановку освіти в інших країнах, на необхідність втілювати в шкільний навчальний процес суто практичні предмети. Парадокс і в тому, що якраз зараз, коли йдеться про відродження духовності людини нашої держави, ми практично геть позбавляємо цю людину і, насамперед, дітей і молодь краще розуміти життя і розвиток природи в безмежному просторі – дім, в якому живемо.

Дивно, що питання про астрономічну освіту, астрономічну обізнаність в суспільстві раніше ніколи не виникало. Лише зараз це стало чомусь каменем спотикання. Звичайно, вирішувати освітянські проблеми кожна країна мусить по-своєму в залежності від рівня її промислового потенціалу, інших потреб. Та Україна – космічна держава з власним потужним промисловим та кадровим потенціалом. Тут розроблено національну космічну програму, яка вже зараз успішно реалізується. Українські астрономи були піонерами у вивченні фізичних умов на Місяці та планетах Сонячної системи, а Харківська астрономічна обсерваторія, потім і Головна астрономічна обсерваторія НАН України тривалий час були і є всесвітньо визнаними центрами планетних досліджень. Значний внесок в програму дослідження космосу зроблено також інститутами України фізичного профілю – інститутами радіофізики і електроніки, ядерної фізики та ін. Україна дала світу цілу плеяду космонавтів, тут створено цілий ряд наукових шкіл з проблем геофізики, біофізики, фізики планет, будови Галактики, астрономічного приладобудування тощо. Відповідна

інформація повинна стати надбанням учнівської аудиторії і донести цю інформацію до учня має вчитель, насамперед вчитель фізики. Та це йому вдається лише частково, враховуючи наявність в деяких школах класів з поглибленим вивченням фізики, деінде збереженням все ж таки астрономії як навчального предмету, створення астрономічних гуртків.

Далі я хотів би зупинитись на кількох питаннях, які б допомогли нам визначитись у проблемі астрономічної освіти в Україні. Це – астрономічна обізнаність учнів молодших класів та пов'язані з цим завдання; підготовка вчителів у вузах, підготовка спеціалістів вищої астрономічної кваліфікації та деякі інші.

Протягом багатьох останніх років на сторінках журналу “Земля и Вселенная” йшла гаряча дискусія щодо викладання астрономії в середній школі. На сторінках журналу виступали видатні вчені-астрономи і педагоги. На всіх частотах і амплітудах вони відстоювали необхідність знайомити з елементами астрономії учнів молодших класів (паралельно з вивченням географії та природознавства) шляхом спецкурсів чи й обов'язкових уроків; у 8–10 класах уроків з астрономії переважно астрометричного профілю; розгляду переважно астрофізичних розділів курсу астрономії в 11 класі.

Ще з більшою категоричністю вчені висловлювалися за відновлення в школі астрономії, як обов'язкового предмету, наголошуючи на збільшенні обсягу годин в курсі астрономії для 11-х класів. Водночас вони вважають неможливим злиття астрономії з фізикою, справедливо підкреслюючи, що астрономія – самостійний предмет зі своїм об'єктом дослідження та своїми методами. Отже, маємо цілком слушну думку вчених, що астрономії треба навчати учнів, починаючи з молодших класів. Я приєднуюсь до цієї думки. Шкода, що до неї не прислуховуються чиновники Міносвіти.

Працюючи в школі-ліцеї № 15 м. Чернігова протягом 10 років я пересвідчився, що учні 8–10 класів здатні сприймати практично всі астрометричні та небесно-механічні розділи астрономії, а також деякий не досить складний астрофізичний матеріал. Учні цих класів вже знають тригонометричні функції і тому легко сприймають матеріал щодо класичних методів визначення відстаней до тіл Сонячної системи та до зірок; визначення кутових, а потім і лінійних розмірів Місяця, Сонця та великих планет.

З цікавістю сприймається матеріал про хімічний склад планетних атмосфер, їх будову за критерієм зміни температури з висотою, розрахунок фізичної моделі планетної атмосфери. Тільки в процесі занять з астрономії учні усвідомлюють такі подані їм раніше “на віру” факти, як кліматичні пояси на Землі, зміна пір року, що таке Полярне коло, де і чому мають місце полярні дні і полярні ночі і т.ін. Адже критерієм тут є річна зміна фундаментальних координат Сонця (насамперед, схилення). З великою зацікавленістю учні виконують практичні завдання: визначення географічної широти за висотою Сонця у верхній кульмінації з використанням гномона, а потім і теодоліта; вимірювання кутового діаметру Сонця з використанням шкільного телескопа, фіксуючи час проходження зображення сонячного диска на екрані. В процесі цієї роботи серед учнів виникає щось на зразок змагання, бо кожний з них проводить експеримент самостійно. Можна було зрозуміти радість переможця, який одержав широту чи діаметр Сонця найближчі до фактичних значень.

Дирекція школи надала можливість проводити для учнів 8–10 класів 72-годинний спецкурс з астрономії щороку, і за свідченням самих учнів їм набагато легше було сприймати більшість розділів фізики, хімії та інших природничих предметів у завершальному класі. В 11-му класі також викладався 72-годинний спецкурс з астрофізики. Фахівці-астрономи знають, яку значну роль в астрофізичних дослідженнях відіграють закони випромінювання абсолютно чорного тіла. Невідомо хто, коли і з яких міркувань практично повністю вилучив цей матеріал з програми шкільного курсу з фізики. З погляду на це в спецкурсі цим питанням приділялась особлива увага. Основними розділами спецкурсу були: фізико-хімічні властивості планетних атмосфер; проблема походження зірок та їх еволюція, особливо на кінцевій стадії; проблема походження хімічних елементів; фізика і хімія міжзоряного середовища; енергетика Сонця і інших зірок; елементи космології. Прослухавши цей курс, учні пересвідчуються, що в курсі фізики в основному формулюються фізичні закони і за браком часу практично не приводяться приклади застосування цих законів при дослідженні Всесвіту. Очевидно, що більшість розділів чи параграфів програми шкільної (як, до речі, і вузівської) фізики так чи інакше “виходять” на астрофізичні проблеми. Відповідні положення, закони, кінцеві формули знаходять як безпосереднє застосування до космічних об'єктів, так і подальший розвиток та вдосконалення самих фізичних принципів.

Говорячи про свій досвід читання спецкурсів в СШ № 15, я усвідомлюю, що це – щось на зразок експерименту наближеного до ідеалізації, адже таке можливе лише в школах великого міста, де є і астрономи-фахівці, і хоч невеличка астрономічна спостережувальна база, і є планетарій. Та й сама школа є зразковою в місті Чернігові, і її дирекція змогла дозволити собі залучення астрономів до шкільного навчального процесу. Ці можливості практично відсутні в сільській школі, і постановка астрономічної освіти тут вимагає інших підходів. Та роблю основний висновок – учнівська молодь надзвичайно цікавиться астрономією, космонавтикою, геофізикою та здатна сприймати досить складний матеріал астрономічного циклу. Водночас, і це головне, самі учні вбачають в астрономії шлях до пізнання Всесвіту на основі знань, добутих ними в процесі вивчення інших природничих предметів, особливо фізики.

Далі я наведу лише два приклади відомі астрономам-фахівцям, які, на мій погляд, підтверджують зазначене вище. Перший з них стосується дифракції та інтерференції електромагнітних хвиль. Йдеться про інтерферометрію – метод астрономічних досліджень, що ґрунтується на явищі інтерференції хвиль. Сучасні оптичні зоряні інтерферометри з базою близько 200 м мають кутову роздільну здатність кращу за  $0,001''$ . Вони застосовуються в астрономії для дослідження тонкої структури космічних джерел випромінювання в оптичному діапазоні, вимірювання розмірів найбільш яскравих зірок. За допомогою двохпроменевого інтерферометра безпосередньо виміряно кутові, а потім і лінійні діаметри кількох десятків зірок з похибкою близько 10%. До цього часу надійно було виміряно лише діаметр Сонця. Зараз же ми маємо новий, надзвичайно важливий крок у напрямку з'ясування правомірності методу визначення розмірів зірок за їх світністю. Цей метод всім вам відомий, та залишилися сумніви щодо правомірності його використання, тобто чи маємо ми підстави вважати зірку абсолютно чорним тілом. Виявляється, що порівняння даних методів світності та інтерферометрії цілком втішні. Розбіжність не перевищує 15%. Отже, можна без особливих застережень використовувати для визначення розмірів зірок метод світності, як масовий метод. Цей приклад наочно демонструє, що використання в астрономії таких фізичних законів, як закони абсолютно чорного тіла, не може не справити на учнів враження і сприяє зацікавленості їх до фізики і науки в цілому.

Ще більшу роздільну здатність мають сучасні глобальні радіоінтерферометри з базою близько  $10^4$  км. Вона ще на два порядки вища, ніж у оптичних інтерферометрів. Саме застосування радіоінтерферометрів відкрило нову сторінку в астрономії – з'явилась можливість дослідження структури ядер галактик, областей зореутворення та утворення планетних систем у інших зірок, мікроструктури окремих туманностей і т. ін. Успішно розроблюються радіоінтерферометри з базами “Земля-ШСЗ” та “Земля-Місяць”. В майбутньому це дасть можливість виміряти практично всі просторові частоти, а, отже, одержати точне зображення космічних радіоджерел Всесвіту. Навряд чи носієм цієї інформації буде вчитель фізики.

Другий приклад стосується радіотехніки і радіолокації. Об'єктами радіолокаційних досліджень в астрономії є тіла Сонячної системи, сонячна корона і саме Сонце. Використовуються ті ж фізичні принципи, що і у звичайній наземній радіолокації. Ці питання вивчаються в шкільній фізиці. Та в астрономії, завдяки значним віддалям до об'єкту досліджень, радіохвилі “мандрують” туди і назад протягом тривалого часу: 2,5 с (Місяць), близько 5 хв. (Венера), більше 1 год. (Юпітер). Труднощі, що виникають в такому експерименті, пов'язані з тим, що інтенсивність радіохвиль послаблюється обернено пропорційно четвертому степеню відстані до об'єкта. Отже, доводиться користуватись антенами значних (десятки метрів) розмірів та потужними передавачами. Так, наприклад, радіолокаційна установка Центру дальнього космічного зв'язку в Криму має антену діаметром 70 м і потужність передавача близько 500 кВт на хвилі 39 см. При радіолокації Венери за допомогою цієї установки потужність радіовипромінювання, що попадає на поверхню антени, становить лише  $7 \cdot 10^{-18}$  Вт. То ж треба мати надзвичайно чутливі приймачі радіовипромінювання.

Важливими прикладами застосування радіолокації в астрономії є визначення абсолютних розмірів Сонячної системи. На основі радіолокації Венери протягом 1962–1975 років XVI Генеральною асамблеєю Міжнародного астрономічного союзу було затверджено (1976 р.) значення однієї астрономічної одиниці:  $1 \text{ а.о.} = 149597870 \pm 2 \text{ км}$  при швидкості світла  $c = 299792458 \pm 1,2 \text{ м/с}$ . Надбанням радіолокації є також визначення періодів добового обертання Меркурія і Венери та орієнтації добових осей цих планет в просторі; макрорельєфу планет, динаміки сонячної корони та ін. Цей матеріал міг би використати і

вчитель фізики як приклади до відповідної теми на уроках, в спецкурсі, на факультативних заняттях чи при проведенні тематичного вечора. Та доцільніше було б висвітлити ці питання в астрофізичному спецкурсі.

В такому ж контексті мова може йти і про такі фізичні теми, як поляризація світла, спектральні прилади та спектральний аналіз, шкала електромагнітного випромінювання (нові розділи астрофізики – гама, рентгенівська, ультрафіолетова, інфрачервона та радіоастрофізика), квантові джерела світла (лазерне випромінювання), елементарні частинки (міжзоряне середовище та космічні промені), ядерні та термо-ядерні реакції (зоряні надра, тісні подвійні зірки, пульсари, наднові зірки) та ін.

Повернувшись до питання про кимось задумане злиття астрономії і фізики в шкільній програмі. Воно, безумовно, є штучним за суттю цих двох предметів. Та головне, що з поля зору учнів повністю випали б розділи астрометрії – координати небесних тіл, вимірювання часу, визначення географічних координат та цілий ряд питань, що торкаються космонавтики. Перевантаженому і без цього вчителю фізики не знайшлося б часу приділити цим питанням належної уваги. На перешкоді встала б також і невтримна тенденція скорочення в шкільній програмі годин на природничі науки і, чи не насамперед, на фізику. Вважаю, що нашим завданням, завданням Астрономічної асоціації є домагання не тільки збереження астрономії в школі в колишньому обсязі в завершальному класі, а й боротьба за втілення елементів астрономії в шкільний навчальний процес, починаючи з молодших класів. Хто ж, наприклад, відповідь допитливому п'ятикласнику на запитання: “Чому світять Сонце та Місяць?”; “Що таке веселка?”; “Чи далеко до зірок?”; “Чому на небі з'являються комети?” і на інші численні “чому?”. Безумовно, це мусить зробити вчитель. А чи під силу це кожному вчителю? Чи малюк мусить шукати вчителя фізики, як правило, єдину людину в школі, яка в свій час отримала астрономічні знання у школі у вузі. Звідси виникає й інша проблема, що пов'язана з підготовкою вчителя з будь-якої спеціальності у вузі, маючи на увазі його обізнаність в питаннях астрономії. Насамперед, йдеться про педуніверситети. В деяких з них проводиться підготовка вчителів за спеціальністю “фізика-астрономія”. Програмою цієї спеціальності передбачено достатньо широкий обсяг годин на дисципліні астрономічного циклу, включаючи елементи космонавтики та метеорології. Чернігівський педуніверситет здійснив 10 випусків за цією спеціальністю (близько 400 вчителів). Більшість з цих випускників працює в школах та інших навчальних закладах м. Чернігова і області. Мені довелося відвідати чимало з таких шкіл. Тут не забуто про астрономію: проводяться уроки чи невеличкі спецкурси для учнів різних класів, працюють астрономічні гуртки, а подекуди, і астрономічні майданчики. Сподіваюсь, що таку ж приємну ситуацію можна зустріти і там, де працюють вчителями випускники Київського, Харківського, Одеського, Миколаївського, Івано-Франківського та інших педуніверситетів. Та, навіть наявність у вузі спеціальності “фізика-астрономія” проблему астрономічної освіти на Україні в цілому не вирішує. В школах працює велика армія наших випускників різних спеціальностей. Якою ж може бути їх астрономічна обізнаність, коли дисципліни астрономічного циклу в педуніверситетах викладаються, практично, лише на фізико-математичному факультеті. Вважаю, що це великий недолік. Астрономію в тому чи іншому обсязі необхідно викладати і на інших факультетах, бо пояснювати ті чи інші астрономічні явища учням доведеться вчителю будь-якої спеціальності. Крім цього, студентам таких спеціальностей як хімія, біологія, загально-технічні дисципліни, філософія, екологія і, навіть, історія було б зовсім не зайвим показати, що Всесвіт, методи його вивчення досить тісно переплітаються з проблемами згаданих спеціальностей. Та й на фізматах слід змінити ставлення до астрономії. Нагальною є також проблема підготовки астрономічних кадрів вищої кваліфікації. Докторів та кандидатів наук-астрономів на Україні обмаль, і лише одиниці з них працюють в педуніверситетах. Більшість же науковців з вищою кваліфікацією в педуніверситеті – це кандидати пед. наук, які захистили дисертації з методики фізики чи математики. Дисертації ж з методики астрономії загнано в глухий кут. Та й цю проблему належить вирішувати, хоч вона й нелегка.

Як бачимо, всім нам доведеться докласти чимало зусиль, щоб по всій освітній вертикалі змінити ставлення до астрономічної освіти в державі, наполегливо відроджуючи культ астрономії, долаючи всі перешкоди на цьому нелегкому, але благородному шляху.

Надійшла до редакції 5.06.2001