

І.П. Крячко

**Методика
навчання
астрономії
в старшій
загальноосвітній
школі**

НАШЕ НЕБО

УДК 37.02
ББК 74.262.26
К 859

Іван Крячко

К859 Методика навчання астрономії в старшій загально-освітній школі. — К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. — 244 с.

У книзі викладено методичну систему навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі.

Для вчителів та викладачів астрономії, а також тих, кого цікавлять питання астроосвіти.

УДК 37.02
ББК 74.262.26

Охороняється Законом України про авторське право і суміжні права. Заборонено відтворювати текст у цілому або ж окремі його частини без письмового дозволу автора і видавця.

© Іван Крячко, текст, 2016
© ВЦ «Наше небо», 2018

Іван Крячко

**Методика навчання
астрономії
в старшій
загальноосвітній школі**

**Київ
Видавничий центр «Наше небо»
2018**

*Усім небайдужим до таємниць
та принад зоряного неба*

ЗМІСТ

Вступ	9
Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?	
1.1. Навіщо людині астрономічні знання?	14
1.2. Цілі та завдання астрономічної освіти	19
1.3. Психолого-педагогічні основи навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі	29
1.4. Характеристика традиційного змісту і структури шкільної астрономії	44
1.6. Висновки з розділу 1	51
Розділ 2. Чому навчати з астрономії?	
2.1. Модель методичної системи навчання астрономії	53
2.2. Принципи побудови курсу астрономії в старшій школі та особливості навчання на різних освітніх рівнях	64
2.3. Добір змісту навчального матеріалу, його генералізація та понятійне ядро курсу астрономії	79
2.4. Висновки з розділу 2	133
Розділ 3. Як навчати астрономії?	
3.1. Дидактичні умови реалізації навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі	135
3.1.1. Цілепокладання у процесі навчання астрономії	135
3.1.2. Моделі уроку астрономії на різних освітніх рівнях	145
3.1.3. Елементи методики навчальних астрономічних спостережень	154
3.1.4. Класифікація астрономічних задач та методика їх використання у процесі навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі	160
3.1.5. Методи контролю та оцінка результатів навчання (досягнення цілей)	168
3.2. Гуманізація, гуманітаризація і диференціація в навчанні астрономії	176
3.2.1. Гуманізація і гуманітаризація в навчанні астрономії ..	176
3.2.2. Диференціація у навчанні астрономії	183

3.3. Інформаційно-комунікативні технології у навчанні астрономії	189
3.3.1. Особливості застосування інформаційно-комунікативних технологій у процесі навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі	189
3.3.2. Педагогічний програмний засіб «Бібліотека електронних наочностей. Астрономія 11» та Віртуальна астрономічна навчальна обсерваторія для навчання астрономії	197
3.3.3. Інтернет-підтримка навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі	205
3.4. Висновки з розділу 3	219
Загальний висновок	221
Додатки	
1. Видатні світочі людства про астрономію	224
2. З історії навчання астрономії в українській школі	227
3. Яким має бути підручник астрономії?	235
4. Джерела астрономічної інформації та дидактичних матеріалів	242

*Починати треба з Астрономії;
це найголовніше, а все інше — не інакше
як дрібниці й подробиці.*
Каміль Фламмаріон



«Скептик (прочанин) на краю Землі» — гравюра невідомого походження, оприлюднена вперше 1888 року в одній із книг Каміля Фламмаріона. Відображає середньовічні уявлення про устрій Усесвіту.

Вступ

Сучасній дорослій людині, яка не відчуває внутрішнього потягу до таємниць Всесвіту, важко збагнути, навіщо їй здобувати астрономічні знання*. На перший, суто прагматичний, погляд вони їй ніколи не знадобляться, адже життя більшості нинішніх людей жодним чином не пов'язане прямо з тим, що відбувається на зоряному небі, а тим паче в космічному просторі. Тепер будь-яка людина дуже рідко використовує небесні світила для орієнтування у просторі й визначення часу, як це робили наші пращури в давнину. Для цієї мети є різні технічні пристрої — компаси, навігатори, годинники тощо.

*Знання — кінцевий продукт складного й тривалого процесу реєстрації даних, інтерпретації їх в *інформацію*, осмислення останньої й застосування в дії. Отже, поняття *знати* в найвищому розумінні цього терміна — означає *вміти щось робити*. Говорячи про астрономічні знання, які учень здобуває в середній школі, маємо розуміти — йдеться як про його обізнаність й інформованість в астрономічних питаннях, так і про елементарну астрономічну компетентність.

Не кожен учень хоче бути професійним астрономом. Будьмо реалістами, більшість людей взагалі далекі від будь-якої науки, хоча в своєму житті успішно використовують результати роботи науковців. Часто люди не мають уявлення, яка складна наука «захована» в тих чи інших їхніх речах. Однак наука проявляє себе не лише в речах; вона є частиною нематеріальної культури, її найважливіші й найзагальніші результати складають наукову картину світу, що впливає на світогляд. Саме в цьому полягає ще одне (поза сферою речей) важливе значення науки — її цінність для духовного життя людини.

Хай там як, але в сучасному світі без елементарних астрономічних уявлень не обійтися. Це пов'язано з тим, що багато з них лежать в основі нашого буденного життя. Щодня ми оперуємо, наприклад, такими поняттями, як час та його одиниці (година, доба, рік), користуємося календарем тощо. Астрономічні знання дають можливість людині сприймати довкілля не як набір роз'єднаних природних компонентів, а у вигляді єдиної взаємозалежної природної системи під назвою *Всесвіт*, що існує й розвивається за певними законами. Астрономія дозволяє розглядати середовище життя (життєвий простір) людства комплексно, дає знання про те, яке місце людина посідає у Всесвіті.

Отже, здобутки астрономічної науки, як безсумнівна матеріально-духовна цінність людства, мають бути передані молодому поколінню через освіту. В реаліях України це відбувається головню у загальноосвітніх навчальних закладах, тобто в школах. Одне із найголовніших завдань сучасної школи — допомогти кожній дитині знайти її власне місце в соціумі й у світі загалом. Молода людина, яка здобула середню освіту, має розуміти свій особистісний потенціал і бути націленою на його реалізацію з користю для себе і суспільства.

Шкільна астрономічна освіта — навчальна діяльність, результатом якої є предметні та загальнокультурні компетентності учня (астрономічні знання, вміння, навички, а також ті елементи культури, в яких вони відображені). Безумовно, засвоєння молодого людиною астрономічної культури свого народу й людства в цілому — один із важливих засобів розвитку й формування цілісної особистості, її духовності, творчої індивідуальності, інтелектуального й емоційного багатства.

Нинішній світ вимагає, щоб учень не лише засвоїв досвід минулих поколінь, але й навчився застосовувати його в нових мінливих умовах, змінюючи, а інколи навіть відмовляючись від нього. Учні мають бути активними, ініціативними, творчими, здатними самотійно здобувати знання, розпоряджатися своїм особистісним потенціалом, щоб цілеспрямовано будувати свій життєвий шлях.

Зважаючи на нові ціннісно-цільові орієнтири загальної освіти, об'єктивні потреби упровадження технологічних елементів у процес

І. Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

особистісно-орієнтованого навчання, суттєвої ваги набуває питання змісту освіти, що дотепер в українській школі представлений окремими навчальними предметами, серед яких і курс астрономії.

Зміст навчального предмета «Астрономія» доцільно розглядати на кількох рівнях, наприклад загальнокультурному, світоглядному та природничо-науковому. Це пов'язано з тим, що астрономічні знання — не просто складова сучасної культури; частина з них є її основою. Отже, сучасна людина зобов'язана мати елементарні уявлення про ці основоположні складові культури. Водночас, навіть за умови широкого трактування поняття світогляд, не обійтися без уявлень про світобудову, які значною мірою спираються на астрономічні знання про наш Всесвіт. Також важливо: формування й розвиток наукового світогляду та екологічного мислення неможливі без сучасних уявлень про довкілля, що розглядають людину як частину Природи. Ці загальновизнані уявлення вказують на прямий зв'язок життя й фундаментальних властивостей Всесвіту. З чого випливає однозначний висновок про відповідальність людини за довкілля, адже його стан визначатиме майбутнє самої людини.

З погляду на астрономію як науку не викликає особливих заперечень думка про те, що Астрономія — передовий рубіж природознавства. Це справедливо, бо астрономічна наука тією чи іншою мірою стосується всіх інших природничих дисциплін — від фізики, для якої Всесвіт нині перетворився у величезну лабораторію, до біології, з якою астрономія дотична в питанні як походження життя на нашій планеті, так і пошуку його на інших небесних тілах. Окрім цього, астрономія широко використовує математику, інформатику, а також (для цілей приладо- й телескопобудування) новітні технологічні досягнення.

Тобто астрономія як навчальний предмет природничого циклу об'єктивно інтегрує знання з усіх природничо-наукових і деяких суміжних галузей. А якщо врахувати перші два рівні його змісту, то курс астрономії у старшій школі може бути тим предметом, що загалом завершує й підсумовує середню освіту.

Становлення в Україні суспільства високих технологій, спрямованого на інноваційний, конкурентноспроможний розвиток,

неможливе без підвищення рівня природничо-математичної освіти в загальноосвітніх навчальних закладах, поліпшення підготовки учнів з природничих предметів. Пріоритетний розвиток в нашій країні шкільної природничо-математичної освіти, органічною складовою якої є астрономічні знання загалом і курс астрономії зокрема, цілком можливий. Відомі вітчизняні вчені-педагоги О.І. Бугайов, М.В. Головка, Є.В. Коршак, М.Т. Мартинюк, О.І. Ляшенко, В.Д. Сиротюк, розробили дидактику й методику навчання фізики й окремих питань астрономії. Знані в світі українські вчені-астрономи Ю.В. Александров, І.А. Климишин, Я.С. Яцків доклали багато зусиль для упровадження в нашій державі астрономічної освіти. Отже, нині в цілому наявні всі передумови до вирішення проблем, що виникають у процесі вивчення астрономії в старшій загальноосвітній школі.

Зрозуміло, модернізацію сучасної освіти годі уявити, не маючи чітких відповідей на головні запитання щодо її побудови: для чого? (цілі та цінності), чому? (зміст) і як? (технології) треба вчити молодь. Ми переконані в тому, що організаційна форма процесу навчання астрономії в середній школі не є принциповою. Звісно, найкраще це робити в рамках окремого навчального предмета. Але вивчати питання астрономії можна й в складі інших природничих предметів, наприклад фізики, чи навіть «інтегрованого» курсу «Природознавство». Значно важливішим є не «де?», а «чому?» (який зміст) і «як?» (якими методами). А найважливішим в цій справі має бути результат, тобто астрономічна обізнаність (іншими словами компетентності) молоді людини.

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

Питання це непросте. Але нам треба неодмінно знати на нього відповідь, адже ми обстоюємо тему астрономічної освіти і ратуємо за її практичне упровадження в старшій загальноосвітній школі. Кожен, хто покликаний навчати астрономії інших, має найперше знати відповідь на запитання: «Що астрономія дає окремій, тобто будь-якій конкретній, людині — не просто біологічній істоті, що обмежує своє життя лише пошуками їжі та піклується щодо потомства, а особистості, яка живе, мислить і пізнає себе й довкілля аж до обширу нашого Всесвіту».

Разом з тим будь-яке навчання — це діяльність. І як будь-яка діяльність воно неможливе без визначення цілей. У цьому розділі розглянуто загальні цілі астрономічної освіти, цілі й завдання, а також психолого-педагогічні основи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі.

1.1. Навіщо людині астрономічні знання?

Астрономія виникла як із практичних, так і з духовних запитів людини: треба було не лише орієнтуватися у просторі й часі, але й пояснювати собі довколишній світ, співвідносити своє існування з ним, водночас тамуючи страх перед ним і допитливість щодо нього. Астрономічні знання дозволили нашим пращурам позбутися багатьох страхів, пов'язаних з небесними світилами. Але, як це не дивно для нашого «всезнаючого» часу, нині також багато астрономічних явищ викликають у людей звичайний тваринний страх. Тому **найперший для людини стимул, знати з астрономії хоча б щось, зводиться до простого: не боятися!**

Астрономічна обізнаність має позбавити людину від тих «космічних страхів», про які нині так часто полюбують розповідати засоби масової інформації й оповідями про які переповнений Інтернет. Не згасне вмить Сонце, не попадають з неба всі зорі, комети не віщують поганих подій. Навіть астероїди, що справді можуть неочікувано з'явитись на шляху Землі, не так часто падають на її поверхню, як про це інколи пишуть у газетах чи говорять по телевізору. Астероїдна небезпека існує, але шанс потрапити в дорожньо-транспортну пригоду в будь-кого набагато вищий, ніж постраждати від падіння на Землю астероїда.

Загальновідомий факт — наукова обізнаність допомагає значно простіше, без зайвого страху, «спілкуватися» з довкіллям. Але людині, істоті суспільній, мало побороти страх. Їй треба ще відповідати часу, тобто тій епосі, в якій вона живе. Таке «занурення у свій час» людині забезпечує культура. Саме тому **другим стимулом астрономічної обізнаності є потреба: бути культурною людиною!**

Якщо людина нічого не знає про героїв міфів Стародавньої Греції, тоді їй не зрозуміти, чому сузір'я Оріона міститься на зимовому небі, а сузір'я Скорпіона — на літньому. Загалом назви багатьох сузір'їв їй майже ні про що не «говоритимуть», хоча за кожною з них — цікава легенда чи історична подія. Якщо людина чула про Молочний Шлях і навіть бачила його на зоряному небі, але нічого не знає про чумаків, тоді їй годі зрозуміти, чому цю білясто-іскристу небесну смугу в Україні здавна називають Чумацьким Шляхом.

Людині будуть незрозумілими сюжети картин багатьох художників, роботи скульпторів, музичні й поетичні твори, якщо вона не знає назв небесних світил, походження цих назв чи навіть того, коли і як можна спостерігати ці світила на зоряному небі. Майже всі вони стали символами, які людство використовує не лише в суто науковому, але й у значно ширшому культурному значенні.

Щоб бути людиною культури, неодмінно треба розуміти суть певної кількості символів, пов'язаних з астрономією. Не будемо їх усі називати — згадаймо лише кілька: наприклад все те ж таки поняття сузір'я. Важко визнати культурною людину, яка переконана в тому, що іншопланетяни прилетіли, скажімо, з сузір'я Пегаса.

І не тому, що ми досі нічого не знаємо про іншопланетян. Ні, вони, мабуть, справді є. От тільки прилетіти до нас з будь-якого сузір'я не можуть, бо немає такого у Всесвіті об'єкта, як сузір'я. Це річ уявна, що «існує» на небесній сфері, яка також є позірною, а не справжньою.

Загалом астрономія, одна з найстаріших (але вічно молода!) наук людства, передала в культуру значний доробок. Без астрономічних символів культуру уявити важко. Саме тому ми обстоюємо і пропагуємо ідею ***астрономії культури***, суть якої полягає в тому, що не просто астрономічні знання чи астрономія як наука є складовими культури, а сама культура пронизана астрономічним змістом. Погодьтеся, можливість бачити зоряне небо над головою є визначально-фундаментальною для розвитку нашої земної цивілізації. Якби нашу планету весь час огортали хмари й людина ніколи не бачила зоряного неба, то на Землі була б зовсім інша цивілізація.

У неї була б іншою астрономічна наука й, мабуть, зовсім іншою культура. Але ті гіпотетичні мешканці Землі все одно мали би світогляд, тобто цілком певну систему принципів, поглядів, цінностей, ідеалів і переконань, яка визначає ставлення людини до дійсності, загальне розуміння нею світу, а також її життєві позиції й програму діяльності. Виявляється, світогляд — така цікава «річ», яку має кожна людина, навіть якщо й не підозрює про це, тобто не усвідомлює свій світогляд й не піклується про його рівень. Але, погодьтеся, «принизливо» сучасній людині мати уявлення про світ такі ж, як у людини печерної епохи, сприймати, наприклад, нашу планету плоским диском, що покоїться на черепаші. Отже, **третім стимулом знати людині астрономію є вимога до себе: мати широкий кругозір!**

Обсяг і широта уявлень будь-якої людини про світ нині значною мірою визначаються як астрономічними знаннями, якими вона володіє, так і тією астрономічною інформацією, яку вона здатна зрозуміти й використати для власних потреб.

На перше око такі знання складні, а тому опанувати їх важко. Ні, вони не складні, бо це найзагальніші, відносно давно з'ясовані й перевірені закономірності нашого всесвіту, які ми сприймаємо як факти реальності. Нам не стільки треба опанувати ці знання, скільки повірити в них, тобто довіритися астрономії, яка їх встановила. Здавалося б, не варто говорити про віру, коли йдеться про

наукові результати, але насправді «маємо те, що маємо», тобто мусимо довіряти науці — засвоювати певну кількість фактів, як таблицю множення. Єдине, що відрізняє віру в науку від віри, наприклад, в Бога, — це те, що вона не абсолютна.

Наукові факти правдиві, істинні, але тільки в межах певної наукової теорії, або наукової парадигми (системи уявлень «про світ» на якомусь з етапів розвитку науки). Оскільки наукові теорії й парадигми з плином часу змінюються (доповнюються й розширюються) чи виникають нові, що «вбирають» в себе старі уявлення, то наукова істина завжди є відносною.

Засвоєні з раннього дитинства, а згодом і в школі, наукові знання формують для кожного з нас певну наукову картину світу (НКС), яка власне й лежить в основі нашого світогляду, а знання є його змістовим компонентом. Наукова картина світу, згідно з філософським розумінням цього поняття, — система загальних принципів, понять, законів і наочних уявлень, сформована на основі синтезу наукових знань. Зрозуміло, що НКС об'єднує не лише природничі знання, але й гуманітарні, тобто ті, що пов'язані з людиною, як істотою суспільною.

Наукова картина світу в структурі світогляду сучасної людини мала б домінувати. Пояснення цьому очевидне: оскільки наука спрямована на вивчення об'єктивних законів розвитку нашого Всесвіту, то НКС, як широка панорама знань про природу і людство, що включає найважливіші теорії, гіпотези й факти, претендує на те, щоб бути ядром світогляду, який в такому разі називають науковим. Проте часто погляди й переконання, що також є складовими світогляду, «зводять нанівець» роль наукових знань для якоїсь конкретної людини. Це означає, що, наприклад, світогляд людини може базуватись не лише на основі НКС. Вагомими (звісно, для конкретної людини) його складовими можуть бути міфічні чи релігійні уявлення.

Але навіть тоді, коли переконання людини не надають науковим знанням суттєвого значення в складі її світогляду, варто звертати увагу на астрономічні знання. **Бо до цього спонукає четвертий стимул: ні — шарлатанам: астрологам і різним провидцям!**

Світогляд людини може бути не науковим, і вона може вірити навіть у надприродні сили, але є закони природи, що не залежать

від людей, від нашої з вами волі. Ці закони встановлює наука, зокрема й астрономія. Можна їх сприймати чи не сприймати, намагатися спростовувати (так чинять окремі люди, що не згодні з результатами «офіційної» науки). Але діяти всупереч цим законам людині не під силу.

Суть, привабливість і навіть краса науки є в тому, що вона здатна знаходити в довіді закономірності й ставити їх на службу людині для облаштування кращого життя. У науковому знанні загалом і в астрономічному зокрема проявляє себе інтелект людства. У нього попереду ще багато нерозгаданих таємниць нашого світу, але він упорається з ними, бо вже неодноразово доводив спроможність знаходити істину на тернистому шляху пізнання світу.

Натомість різної масті шарлатани від науки, зокрема й астрологи, маскуючись під неї, видають власні твердження й фантазії як природні закономірності. Було б нічого, якби такі люди тримали при собі антинаукові уявлення, але зазвичай вони активно намагаються їх «впровадити в життя», продати у прямому розумінні цього слова якщо не державі, то хоча б малоосвіченим її громадянам.

Щоб не втрапити в халепу з такими «науковцями» — віщунами долі, прогнозистами бізнесових та інших життєвих справ, треба бодай трохи бути обізнаним у науці. Що стосується астрології, то не завадять елементарні знання з астрономії. Вона, до слова, зовсім не заперечує зв'язку людини й Космосу. Ба більше, саме астрономія й показує, наскільки він є тісним — ми не просто є частиною нашого Всесвіту, ми породжені ним, ми його «діти».

Хоча наше фізичне й духовне здоров'я значною мірою формується й визначається довідіям, але ці складні механізми ще не вивчені справжньою наукою. Тому говорити про певну залежність долі людини від знаку Зодіаку (яка може бути залежність від умовної сутності, адже такий знак — лише символ, зрозуміти важко) чи конфігурації планет на зоряному небі — ще занадто рано. Наука цього ще не з'ясувала, а от астрологія, що намагається ці речі нав'язувати людству упродовж кількох тисяч років, буде свої висновки на уявленнях і здогадках, наукою не підтверджених. У цьому сенсі варто говорити як про етичні норми, про певні «чесноти» тієї чи іншої з форм суспільної свідомості (до яких також належить наука), так і про цінність для окремої людини і

людства загалом різних форм знань. Тому **важливим є п'ятий стимул для вивчення астрономії: *цінуймо життя в найкращому зі світів!***

Більшість з нас не замислюється над тим, як наше особисте життя пов'язане з Усесвітом. Це мабуть тому, що людина відчуває себе майже нічим у велетенському світі, межі якого неспроможна досягнути своїм розумом. Але, як встановили науковці, Всесвіт такий великий і різноманітний з доволі банальної причини, бо в ньому є ми. Можливо існують всесвіти простішої будови, ніж наш, чи значно складніші світи. Але ми (люди) з'явилися саме в тому всесвіті, який уможливив нашу появу. Тобто існування Людини і Всесвіту взаємопов'язані. У цьому, до слова, полягає суть так званого антропного принципу.

Умовно кажучи, ми не просто живемо у Всесвіті, а проявляємо його через своє існування, «оживляємо» його в собі — у своїй свідомості, через свої помисли і дії. Саме тому вивчення Всесвіту — це водночас вивчення і пізнання Людини. І саме тому астрономія, яка за визначенням належить до фундаментальних фізико-математичних наук, є також гуманітарною наукою, що стосується до кожного з нас набагато більше, ніж здається на перший погляд. Всесвіт — наш великий спільний дім, за «чистоту й порядок» в якому ми мусимо відповідати. Але годі скористатися принадами й можливостями Всесвіту, а тим паче з розумом підходити до їх збереження, не знаючи їх.

З давніх-давен людей вражає неповторна краса зоряного неба, вабить, хвилює й цікавить його безмежність і таємничість. Значною мірою ці душевні й розумові переживання Людини втілилися в астрономії. Її успіхи неймовірно змінили наші уявлення про Всесвіт. Якщо наші пращури мало розуміли його закони, а тому сприймали довкілля суто інтуїтивно, образно, то нині ми знаємо про наш світ значно більше. Хоча з погляду майбутніх поколінь ці знання будуть, мабуть, мізерними, а наші уявлення про Всесвіт наївними.

Але кожен з нас живе тут і тепер — на планеті Земля, на самому початку космічної ери людства. Бути гідним у своїх інтелектуальних діях і культурних вчинках як перед пращурами, так і перед нащадками — хіба це не висока ціль, яку кожна людина має ставити перед собою. І вона зможе її досягти, якщо серед іншого буде знати й астрономію.

1.2. Цілі та завдання астрономічної освіти

Сучасна середня школа має допомагати найперше дитині, а також родині й суспільству, у формуванні творчої особистості, яка вміє аналізувати проблеми, виявляти суперечності, знаходити для них рішення, прогнозувати можливі варіанти таких рішень, тобто діяти системно. Звісно, для нинішньої школи це ідеал. Реальна практика навчання дуже розходиться з такими ціннісно-цільовими орієнтирами. Школа, як і раніше, зазвичай орієнтована на розвиток знань, умінь і навичок, методи навчання здебільшого репродуктивні, а взаємодія вчителів з учнями часто директивна.

Намагаючись передати учням якомога більше знань, умінь і навичок, школа до останнього часу не приділяла належної уваги формуванню в учнів уміння вчитися самостійно, удосконалювати й поглиблювати знання, використовуючи знайдені самостійно додаткові джерела інформації, осмислювати й оцінювати свої дії під час процесу навчання.

Нині із запровадженням компетентнісного підходу ситуація в середній освіті змінюється. Тепер засвоєння знань і набуття умінь не є самоціллю, воно має не лише сприяти розвитку особистості, але й стати засобом для формування її компетентностей.

Втілювати цей підхід треба з урахуванням якісних змін, що стосуються використання в освіті інноваційних методів, форм і засобів навчання, зокрема освітніх технологій. Їх застосування має сприяти розвитку індивідуальних здібностей учнів і забезпечувати відтворюваність навчального процесу та досягнення запланованих результатів навчання. Це означає, що навчальний процес потрібно будувати й виконувати не довільно, а конструювати будь-який його елемент і кожен його етап з огляду на цілі навчання, тобто на кінцевий результат, який можна об'єктивно діагностувати.

Годі уявити освіту без цілей, адже такого не може бути у принципі. Але для організації та проведення навчального процесу мало знати про освітні цілі як такі, потрібне розуміння цілей від загальних до конкретних. Окрім цього, треба мати чіткі відповіді не лише на питання *для чого* (цінності й цілі), але й *чого* (зміст) і *як* (технології) навчати учнів. Осучаснити освіту на нинішньому

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

етапі розвитку суспільства, не маючи відповідей на ці питання, — марна справа.

Методичну систему навчання астрономії, особливості її структури і змісту значною мірою визначають цілі астрономічної освіти в цілому й навчання предмету зокрема. Питання відмінностей між цілями освіти й цілями навчання з'ясуємо далі, а тут відзначимо, що перші цілі ми розглядаємо як зовнішній чинник щодо методичної системи, тоді як цілі навчання — це внутрішній елемент, що має щодо неї системотвірну функцію. Тобто питання «Для чого навчати?» визначає (задає) шляхи пошуку відповіді на питання «Чому і як навчати?». У цьому сенсі ми поділяємо думки тих педагогів, які вважають, що поняття «ціль навчання» є дуже важливим у дидактиці і його потрібно віднести до основних дидактичних категорій.

Майже будь-яка діяльність людини, як відомо, починається з постановки цілі, під якою розуміють «передбачений у свідомості результат, на досягнення якого спрямовано дії. У якості безпосереднього мотиву ціль спрямовує й регулює дії, пронизує практику як внутрішній закон, яким людина підпорядковує свою волю»¹. З цього визначення випливає, що ціль, як складний компонент системи діяльності, має власну внутрішню структуру. Її складають щонайменше два компоненти: образ результату діяльності й уявлення про те, в який спосіб його буде досягнуто. Цей висновок є важливим, бо спираючись на цілі з такою структурою, можна ставити завдання, що регулюють виконання конкретної діяльності.

З позицій системного підходу освіта є метасистемою відносно системи навчання, а тому зміст освіти є ширшим поняттям, порівнюючи зі змістом навчання. Це означає, що цілі освіти й навчання не тотожні. Перші — загальні (наприклад всебічний і гармонійний розвиток людини), а другі — конкретні (засвоєння предметних знань, формування способів діяльності тощо).

Наприклад, польський дидактик В. Оконь виняткове значення загальної освіти вбачає в тому, що вона забезпечує встановлення соціальних зв'язків між людьми, суспільними класами й народами,

¹Філософський енциклопедичний словник / Відповід. ред. В. І. Шинкарук. — К. : Абрис, 2002. — 742 с.

а також є основним чинником, який відкриває шлях у світ культури. Оконь виділяє два взаємопов'язаних аспекти загальної освіти: предметний (об'єктивний), суть якого полягає в пізнанні об'єктивного світу та набутті навичок, потрібних для його перетворення, і особистісний (суб'єктивний), суть якого — пізнання самого себе, формування мотивацій, інтересів, набуття навичок, що сприяють самоформуванню.

Згідно з цими аспектами, В. Оконь розглядає й цілі навчання, до яких відносить три головні предметні цілі (оволодіння основами наукових знань, практична діяльність, цілісне сприйняття світу) і стільки ж цілей особистісних — загальний розвиток мислення й пізнавальних здібностей; формування потреб, мотивації, інтересів і захоплень учнів; формування навичок до самоосвіти.

У рамках компетентнісного підходу інакше сформульовано погляди щодо загальних цілей освіти, що, зауважимо, значною мірою збігаються з тими, на які вказав В. Оконь. Зокрема, О.Є. Лебедев вважає², що вони зводяться до того, щоб навчити учня вчитися та пояснювати явища дійсності, орієнтуватись у проблемах сучасного життя і в світі духовних цінностей.

Освітні цілі як дидактична категорія утворюють певну систему. Тому цілі астрономічної освіти та цілі навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі можна звести до певної послідовності, або інакше — встановити ієрархію цілей. Ми пропонуємо розглядати окремо загальні цілі астрономічної освіти, предметні, профільні (рівневі), модульні цілі, а також цілі уроку (заняття). Ієрархія цілей астрономічної освіти в загальноосвітній школі показана на рис. 1.1 (див. с. 22).

Зауважимо, питання цілей в освіті не нове — у вітчизняній педагогіці йому приділяли увагу К.Д. Ушинський, А.С. Макаренко, В.О. Сухомлинський та ін. науковці. Але особливо актуальним воно стало нині, коли навчальний процес стали проектувати й здійснювати під оглядом технології.

Розгляньмо докладніше кожен рівень цілей із запропонованої нами ієрархії.

²Лебедев О. Е. Компетентностный подход в образовании / О. Е. Лебедев // Школьные технологии. — 2004. — № 5. — С. 3—12.

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

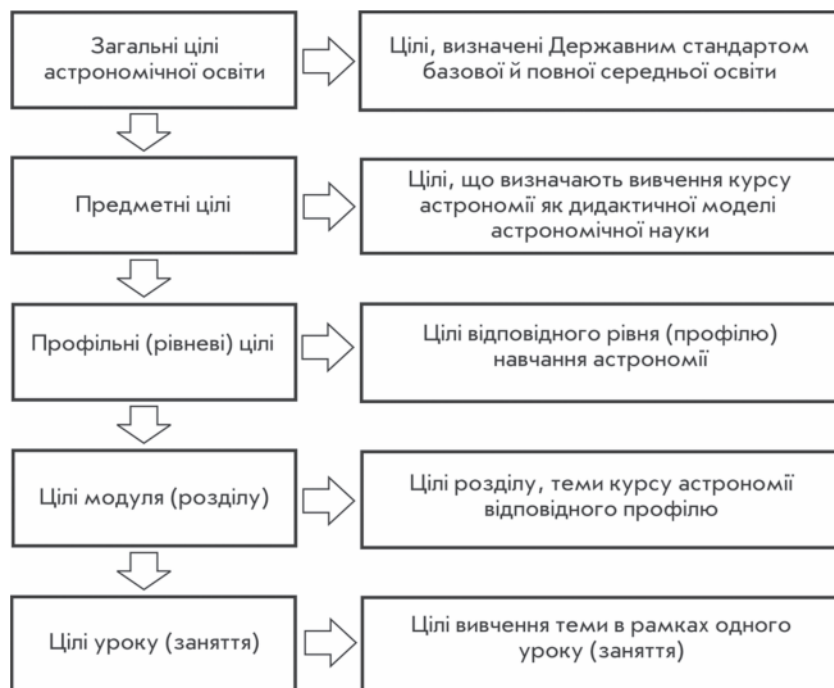


Рис. 1.1. Ієрархія цілей астрономічної освіти в загальноосвітній школі

Загальні цілі астрономічної освіти. Тривалий час головна ціль шкільної астрономічної освіти в Україні полягала в тому, щоб передати учням наукові знання про навколишній світ, а головним завданням було допомогти учневі пізнати незалежні від нього закони природи. Відомий методист 40–50-х років минулого століття М.Є. Набоков зазначав, що викладання астрономії в радянській школі має ціль дати учням початкові уявлення про природу, рух і розвиток небесних тіл, про будову Всесвіту і місце Землі в ньому, про методи астрономії та її досягнення.

Навчання астрономії у школі було спрямоване на формування знань про основи науки, що цілком логічно приводило до поступового підвищення наукового рівня цієї дисципліни. Курс астрономії став зайве «наукоподібним», насиченим матеріалом, важливим для астрономічної науки, але разом з тим складним для його трансформації під час навчального процесу в мотивовані для учня знання. Надмірне захоплення другорядною астрономічною інформацією призвело до того, що предмет

став важким для засвоєння, і, як результат цього, до зменшення інтересу школярів до вивчення астрономії.

Нову якість у розуміння питання цілей навчання астрономії в українській школі вніс Державний стандарт базової і повної середньої освіти, який було затверджено 2004 р. Документ визначав не лише головну мету освітньої галузі «Природознавство», але й її загальні наскрізні змістові лінії. Стандарт містив астрономічний компонент й визначав у загальних рисах його зміст.

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти 2011 р. цілком закономірно успадкував від попереднього документа положення про астрономічний компонент освітньої галузі «Природознавство». Його зміст, згідно з новим Стандартом, зорієнтовано на те, щоб забезпечити засвоєння учнями наукових фактів, понять і законів астрономії, методів її дослідження, усвідомлення знань про будову Сонячної системи, походження й розвиток Всесвіту та сприяти формуванню наукового світогляду.

Спираючись на вимоги Державного стандарту, зважаючи на світові тенденції розвитку освіти, враховуючи досягнення астрономічної науки та стан розвитку українського суспільства, *загальні цілі астрономічної освіти в рамках компетентнісного підходу*, на нашу думку, мають бути такими:

1. Формування загальнокультурної компетентності учня через опанування астрономічних знань, що увійшли до світової культури.
2. Формування наукового світогляду через інтерес до опанування методів наукового пізнання, зацікавленості у вивченні астрономії.
3. Формування пізнавальної діяльності у процесі навчання астрономії, а також майбутніх професійних інтересів.

Загалом указані три цілі взаємопов'язані, а тому ми виражаємо їх короткою словесною формулою: культура ⇔ світогляд ⇔ професія. На рівні постановки цілей індивідом її можна сформулювати так: «Я маю бути людиною культурною, освіченою і професійною».

Докладніше обґрунтуємо сформульовані вище загальні цілі астрономічної освіти з урахуванням думки про те, що у стратегічному плані астрономічні знання в їх нерозривній єдності з

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

природничим знанням у цілому мають забезпечити формування компетентної особистості, яка має широкий науковий кругозір, творчо мислить, здатна вирішувати життєві проблеми, схильна до подальшого саморозвитку в складному й мінливому світі.

У 2002 р. під час виступу на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Стратегічні проблеми формування змісту курсів фізики та астрономії в системі загальної середньої освіти» ми вказали на те, що мету вивчення астрономії в загальноосвітній школі визначають пріоритетні стратегічні цілі, власне, самої системи освіти³. Тоді зазначену мету було окреслено однією фразою — формувати світогляд людини.

Наші подальші дослідження питань, пов'язаних з шкільною астрономічною освітою, й зокрема аналіз праць із дидактики, дозволив зробити висновок про те, що дидактичні категорії мета і ціль не тотожні поняття. Мета є ідеальним, наперед визначеним еталоном результату людської діяльності, тоді як ціль — її кінцевий результат, досягнутий у певних конкретних умовах. Тому поняття ціль за обсягом менше, ніж мета, входить у мету як її складова, воно вужче за змістом, а отже, конкретніше, ніж мета. З огляду на це, а також те, що навчальні цілі дозволяють будувати діяльнісний процес навчання, далі ми використовуємо дидактичне поняття ціль.

У педагогіці вже давно встановлено: курс астрономії — один із тих навчальних предметів, які сприяють формуванню в учня наукового світогляду. Важливим для розуміння місця й ролі астрономії в системі загальної освіти на сучасному етапі її розвитку є той факт, що світогляд буває не лише науковим. Ясна річ, через освіту варто намагатися допомогти людині сформуванню адекватне уявлення про довкілля, про її місце у цьому світі та про неї саму. Але нав'язувати їй певні погляди чи уявлення нині є неприйнятним.

З урахуванням такої думки ми, визначаючи цілі астрономічної освіти, звертаємо погляд на культуру. Це пов'язано, зокрема, з тим,

³Крячко І. П. Про структуру і зміст курсу «Астрономія» для середніх навчальних закладів України / І. П. Крячко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Стратегічні проблеми формування змісту курсів фізики та астрономії в системі загальної середньої освіти». — Львів, 2002. — С. 12.

що хоча зміст загальної освіти й формується через об'єднання багатьох предметних галузей, але загалом її суть полягає у підготовці повноцінного члена суспільства. Це завдання неможливо виконати без залучення комплексу системних знань, уявлень, умінь та навичок, традицій і ціннісних орієнтацій, що складають систему культурної компетентності особистості.

Зважаючи на це, ми визначили нову, вищу, ніж формування наукового світогляду, ціль загальної астрономічної освіти, яку називаємо культуротвірною функцією⁴.

Астрономічна наука, складова науки в цілому як форми суспільної свідомості, є частиною загальнолюдської культури. Особливість астрономії у порівнянні з багатьма іншими фундаментальними і прикладними науками полягає лише в тім, що одержувати, накопичувати й застосовувати на практиці астрономічні знання людство розпочало ще на зорі свого розвитку — задовго до того часу, коли з'явилася наука в нашому нинішньому її розумінні.

Астрономічні знання впливали на інші форми суспільної свідомості: філософію, релігію, мистецтво й естетику, а деякі їхні елементи і проникали в них. Нагадаємо, що астрономія в Стародавній Греції належала до мистецтва й мала свою музу — Уранію.

З огляду на те, що культурна компетентність загальної освіти є основою всіх інших компетентностей учня, до найважливіших цілей курсу астрономії в середній школі варто віднести завдання розвитку й формування в учнів астрономічної культури — складової частини загальної культури людини. *Під астрономічною культурою ми розуміємо сучасний комплекс матеріальних і духовних цінностей, вироблених людством у процесі пізнання (вивчення) Всесвіту.*

Цілі астрономічної освіти на предметному рівні. Формування культурної компетентності та світогляду має відбуватися шляхом опанування учнем тих астрономічних знань, що увійшли до загальнолюдської культури та проникли в суспільну свідомість.

⁴Крячко І. П. Астрономічна культура — складова частина загальної культури сучасної людини / І. П. Крячко // Фізика і астрономія в школі. — 2009. — № 1. — С. 36—39.

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

У Концепції астрономічної освіти⁵ (її було розроблено на початку 2000-х років) ми на це прямо не вказали. Концепція визначає головну мету астрономічної освіти в середній школі як формування основ системи знань про методи та результати вивчення законів руху, фізичної природи й еволюції небесних тіл та Всесвіту в цілому, висвітлення ролі астрономії у пізнанні законів природи, використання яких є основою для розв'язання глобальних проблем земної цивілізації.

Значно чіткіше про культуротвірну функцію шкільної астрономії сказано у навчальній програмі для 12 кл., що була затверджена у 2006 р. Її автори зазначають: курс астрономії на базовому рівні має висвітлювати ті поняття, які є загальнокультурним надбанням і потрібні людині у повсякденному житті.

Водночас Концепція астрономічної освіти вказує на те, що курс астрономії академічного рівня має розкривати еволюційні зв'язки між різними формами руху та структурної організації матерії у Всесвіті — фізичною, хімічною, біологічною й соціальною. На цьому рівні ціль формування загальнокультурної компетентності й світогляду доповнено питаннями взаємозв'язку астрономічних знань й астрономічної науки в цілому з іншими природничими й технічними науками.

Принципово іншу ціль має вивчення астрономії на профільному рівні. Тут найважливішим є, власне, астрономія як наука. Опанування знань на цьому рівні є обов'язковою передумовою для подальшого продовження астрономічної освіти. Саме цей профіль має відкривати молодій людині дорогу до професійної астрономії. Безумовно, завдання формування загальнокультурної компетентності та світогляду залишається актуальним і на цьому рівні навчання астрономії.

Отже, з нашого погляду, курс астрономії на базовому рівні й значною мірою на академічному рівні (цей освітній рівень передбачала Концепція профільного навчання у старшій школі, 2009 р.) можна назвати екстравертним, тобто спрямованим на вирішення завдань, що лежать за межами

⁵Концепція астрономічної освіти (12-річна школа) [Електронний ресурс] // Астроосвіта [сайт] — Текст. і граф. дані — К., 2008—2015. — Режим доступу: <http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/kontseptsiiia-astronomichnoi-osvity-1.php> (дата звернення: 15.02.2016). — Назва з екрана.

астрономії як науки. Навпаки, його завдання через набуття учнем предметних компетентностей і у взаємодії з іншими навчальними предметами – формувати цілісну особистість з широким науковим кругозором, спроможну творчо мислити і здатну до подальшого саморозвитку в складному й динамічному світі.

Натомість курс астрономії на профільному рівні своєю суттю є інтровертним. Тут головним є астрономія як наука, самодостатня й неповторна, яка цікава своїм об'єктом пізнання, своїми методами і своєю історією.

Зважаючи на сказане вище, ми вважаємо, що цілі курсу астрономії у старшій загальноосвітній школі в рамках компетентнісного підходу є такими:

- формування загальнокультурної компетентності учня шляхом засвоєння змісту курсу «Астрономія»;
- формування цілісного уявлення про сучасну природничо-наукову картину світу та наукового світогляду;
- формування предметної компетентності (цінності, ставлення, знання, уміння, навички) учня через оволодіння чітко визначеним обсягом астрономічних знань та цілеспрямованими способами діяльності;
- формування й розвиток пізнавального інтересу учнів до опанування методів наукового пізнання, зацікавленості у вивченні астрономії;
- розвиток здібностей до комунікативної діяльності;
- розвиток здібностей учня до саморефлексії;
- розвиток здібностей до самовизначення з урахуванням власних інтересів і нахилів;
- активізація пізнавальної діяльності учнів засобами курсу «Астрономія».

Зрозуміло, в кожному конкретному загальноосвітньому навчальному закладі (фактично в межах обраного ним освітнього рівня, а також на рівні модулів) формулювання цілей астрономічної освіти вимагає їх конкретизації шляхом процедури цілепокладання. Це питання ми докладніше розглянемо в розділі 3 (п. 3.1.1. Цілепокладання у процесі навчання астрономії).

1.3. Психолого-педагогічні основи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі

Навчальний процес з астрономії у старшій загальноосвітній школі — це один з видів діяльності учня і вчителя. Як і будь-яку діяльність, його треба обов'язково починати з мотивації та постановки цілей. Навчання астрономії буде результативним тільки за умови розуміння (і не лише розуміння, але й формування в учнів) мотивів *учіння*, визначення його цілей, а також дій та операцій, які мають виконувати учасники цього процесу, тобто учень і вчитель.

Мотиви навчання не є якоюсь абстрактною категорією — вони притаманні кожному учневі (незалежно від міри їх проявів). Якщо цілі навчання можна «усереднити» на весь клас (хоча й це зробити доволі складно), то з мотивацією цього вчинити неможливо. Тут потрібно знати інтереси окремого учня.

Нині більшість педагогічної спільноти в Україні вважає, що систему освіти доцільно адаптувати не лише до потреб держави, а й до освітніх, соціокультурних і духовних запитів учнів. Однак перевести це усвідомлення у практику навчального процесу не просто, бо від початку запровадження масової школи і дотепер існує одна з головних її суперечностей: кожна дитина — окремий, неповторний індивід, а шкільна освіта — майже однакова для всіх. Тому в умовах шкільної освіти вчитель має докладати максимум зусиль на те, щоб на тлі загальних підходів до організації і проведення навчального процесу «бачити» індивідуальні потреби й запити окремого учня.

Індивідуалізація навчального процесу вимагає від учителя практичної реалізації дидактичних принципів особистісно-орієнтованого навчання. Зокрема, ставитись до учня як до активного суб'єкта пізнання, використовувати його суб'єктивний досвід, орієнтуватися на саморозвиток, самонавчання, самоосвіту, враховувати індивідуальні психофізіологічні особливості тощо.

Навчання астрономії доцільно здійснювати, враховуючи загальні принципи формування індивідуальності учня, запропоновані О.А. Ходиревою⁶. Їх подано в нашій інтерпретації у табл. 1.1 на с. 29.

⁶Ходырева Е. А. Концепция становления индивидуальности школьника в поликультурной образовательной среде / Е. А. Ходырева // Ярославский педагогический вестник. — 2006. — С. 91—95.

Таблиця 1.1

Принципи формування індивідуальності учня

№ п/п	Принцип	Суть принципу
1	Гуманістичної орієнтації	Базова цінність навчання астрономії — розвиток індивідуальності учня. Зазначений розвиток здійснюється з урахуванням вроджених (природних) задатків, конкретного соціального оточення, індивідуальних інтересів, ціннісних орієнтацій.
2	Природо-доцільності	Процес становлення індивідуальності має здійснюватися відповідно до законів розвитку організму молодої людини, з урахуванням особливостей фізичного й психічного розвитку та стану здоров'я.
3	Культуро-відповідності	Становлення індивідуальності має відбуватися за рахунок освоєння й відтворення культури з позиції індивідуального самовизначення. Учень має сприймати астрономічну освіту як індивідуально значиму цінність, що дозволяє йому оволодіти ефективними способами взаємодії з іншими людьми, осмислити цілі власного життя, задовольнити основні особистісні потреби. Астрономічні знання мають підвищувати рівень культури, а отже, сприяти кращому розумінню інших людей, формувати загальнолюдські цінності.
4	Суб'єктності	Учень — суб'єкт освітнього середовища, який сам його певною мірою структурує, створює його «для себе і під себе».
5	Креативності	Навчання астрономії має давати можливість учневі проявити як індивідуальну творчу активність, так і у взаємодії з іншими творчими особами.
6	Діалогічності	Становлення індивідуальності учня через навчання астрономії передбачає перетворення «суперпозиції» дорослого і «субординованої» позиції учня в рівноправні позиції людей, які співпрацюють задля досягнення спільної мети. Діалогічність реалізується як на рівні обміну інформацією, так і на рівні міжособистісної взаємодії вчителя й учня, коли відбувається стимулювання індивідуального саморозвитку, його активності, а також створюються умови для самостійного виявлення та постановки пізнавальних і життєвих проблем і завдань. Діалог є не лише засобом навчання, але і його змістом, спрямованим на освоєння учнями діалогічних форм пізнання світу.
7	Інтегративності	Цілісну індивідуальність можна сформувати за умови використання всіх компонентів освітнього середовища (зокрема й позашкільного). Це дає змогу забезпечити учневі реалізацію індивідуально значущих цілей, сприяє формуванню самобутніх способів поведінки, індивідуального стилю діяльності з урахуванням вікової субкультури, індивідуальної культури й культури соціального оточення.

Ми вважаємо, що вчитель має дотримуватися цих принципів — це дає змогу організувати ефективний процес навчання астрономії, бо дозволяє створити сприятливі умови для прояву та розвитку суб'єктної й особистісної своєрідності учня.

Окрім зазначених принципів, доцільно скористатися відомою й поширеною ідеєю про те, що «новий час вимагає подолання роз'єднання емоційного й абстрактного; утвердження гармонії почуття і розуму»⁷. Оновлена система освіти має забезпечити їх творче поєднання. Для процесу навчання астрономії це означає пошуки взаємозв'язку між раціональним і емоційним у викладанні курсу на всіх освітніх рівнях.

Мотивація учня у процесі навчання астрономії. Навчання — головна діяльність учня упродовж усього його шкільного віку. Як і будь-яку іншу діяльність людини, її спонукає низка різноманітних мотивів. Одні з них є основними, інші — другорядними. Нині в педагогіці не викликає заперечень думка про те, що результативність навчальної діяльності, як і ставлення до навчання загалом, залежить від рівня сформованості мотиваційної сфери учня. Під мотиваційною сферою розуміють ієрархічну систему потреб, мотивів та інтересів особистості.

Робота вчителя з мотиваційною сферою учня має бути зосереджена на те, щоб учень зрозумів і усвідомив, заради чого він вчиться і що його спонукає до навчання. Треба впливати на всі компоненти мотиваційної сфери учня: від формування потреби в новій інформації, нових способах дії і діяльності загалом до формування залежності від результатів (продукту) навчально-пізнавальної роботи.

Відомо, що мотиви діяльності можуть бути як зовнішні, так і внутрішні. Серед зовнішніх мотивів, тобто тих, що прямо не пов'язані з навчальним процесом, але впливають на його перебіг (сприяють чи перешкоджають), зазвичай виділяють позитивне ставлення дітей до школи, загальну допитливість, довіру до вчителя, готовність сприймати поставлені ним навчальні цілі тощо.

Внутрішні мотиви прямо пов'язані з процесом учіння та його результатами. Такі мотиви виникають поступово, у багатьох учнів

⁷Кудин В. А. Образование в судьбах народов (Дидактика нового времени) / В. А. Кудин. — К. : ПП «Гама-Принт», 2007. — С. 52—53.

вони нестійкі й залежать від ситуації (цікаве завдання, змагальність, підтримка вчителя тощо). Також з'ясовано, що за умови домінування внутрішніх (процесуальних) навчально-пізнавальних мотивів учень має певні уявлення про послідовність когнітивних дій для досягнення кінцевої мети навчання, усвідомлює проміжні цілі на шляху до означеної мети і, як наслідок, такий учень вчиться старанно. Він має позитивні емоційні переживання, його інтерес до навчальної діяльності зростає.

Формування мотивації учіння. Психолого-педагогічна література подає різні погляди на проблему цілеспрямованого формування й розвитку мотивації учіння. Не викликає сумніву те, що на неї можна позитивно впливати за умови психологічно обґрунтованих і дидактично оптимізованих дій учителя.

Педагогічна практика свідчить — мотивацію учіння можна посилити, якщо інструментом її управління є:

- цілі та їх ієрархія (маємо на увазі мотиви-цілі);
- мотиви діяльності та життєві перспективи (особисті плани), що можуть бути мотивами-стимулами;
- навчальний матеріал, дібраний з огляду на поліфункціональність процесу навчання;
- методи і прийоми діяльності вчителя, що становлять основу його управлінської стратегії та стилю діяльності, особливо комунікативні вміння;
- рефлексії і здатність вчителя до швидкої діагностики ускладнень, що виникають в учня у процесі навчання, та надання оперативної допомоги для їх подолання;
- форми організації пізнавальної діяльності (колективні, групові, парні; співробітництво та кооперація; індивідуальна форма роботи);
- оцінка діяльності учнів;
- наочні й технічні засоби навчання.

Далі коротко розглянемо прийоми, якими можна впливати на пізнавальні мотиви учнів (і на навчальну діяльність у цілому). Аналіз літератури з цього питання вказує, що в основі таких прийомів (табл. 1.2 на с. 32) лежать дві складові: 1) мотивація змістом (прийоми, пов'язані з добором і викладом навчального матеріалу); 2) мотивація процесом — ідеться про сукупність засобів і методів, пов'язаних з організацією навчальної діяльності учнів.

Прийоми впливу на пізнавальні мотиви учнів

Мотивація змістом	
Прийом	Суть прийому
Елементи цікавості	Використання різних прийомів, ситуацій, яскравих фактів, що викликають позитивний емоційний стан.
Аналіз життєвих ситуацій	Старшокласникам важливо знати причини, з яких їм пропонують вирішити те чи інше завдання, вивчити конкретну тему. Ці причини мають бути для них значущими, а тому важливо під час вивчення певної теми добирати такі завдання, які мають прямий зв'язок із життям і з якими можуть зіткнутися багато учнів, причому це мають бути не просто побутові, а близькі до захоплень, життєвих проблем старшокласників ситуації. Важливо показати можливість вирішення описаної життєвої проблеми шляхом використання знань, умінь і навичок, отриманих на уроці.
Особистісна значимість навчального матеріалу	Багато старшокласників прагнуть якомога раніше зробити професійний вибір. І якщо такий вибір вже здійснено, то вони майже повністю зосереджують свою увагу лише на тих навчальних предметах, які прямо стосуються їх майбутньої професії. На решту навчальних предметів учні залишають менше часу і докладають менше зусиль для їх вивчення. Тому важливо при викладі навчального матеріалу звертати увагу на можливість застосувати отримані знання у тій чи іншій професійній сфері. Для тих учнів, які ще не обрали професію, цікавий виклад навчального матеріалу з демонстрацією можливостей його застосування та актуальності в сучасному світі допоможе зробити такий вибір.
Мотивація процесом	
Створення проблемних ситуацій	Учні набагато краще засвоюють навчальний матеріал тоді, коли для його отримання була виконана певна робота, подолані якісь труднощі. Тому для організації такої роботи доцільно використовувати суперечності між наявними знаннями та можливостями вирішення конкретних завдань.
Рольовий підхід	Можливість виступити в ролі іншої людини або предмета дозволяє учневі проявити свої творчі здібності, вийти з жорстких рамок, поглянути на ситуацію з іншого боку і тим самим краще зрозуміти й засвоїти матеріал.
Ігри, конкурси, кросворди, ребуси тощо	Для учнів будь-якого віку важко довго утримувати увагу на певному матеріалі або ж виконувати однотипну діяльність, тому використання на уроках різних ігрових моментів або завдань дозволяє зняти напругу і водночас поліпшити засвоєння навчального матеріалу. Це пов'язано з яскравими емоційними переживаннями, які відчувають учні в ігрових ситуаціях.

Відомий український вчений-педагог Олександра Савченко вважає, що виявом сформованості в учнів мотиваційного компонента вміння вчитися можуть бути такі характеристики їх ставлення до навчання: а) уміння визначити мету діяльності (здатність ставити цілі, спрямованість на досягнення мети); б) розвинена допитливість, пізнавальний інтерес; в) потреба до самостійного пошуку й засвоєння нових знань; г) позитивні інтелектуальні почуття⁸.

Оскільки потреби учня — одна з основних складових його мотивації у навчанні астрономії, то важливо їх знати, розуміти й формулювати. Ми, зважаючи на сказане у п. 1.1, виділяємо такі:

а) *практичні потреби* (від елементарних умінь орієнтуватися у просторі по небесних світилах (для переважної більшості учнів) до ґрунтовних знань зоряного неба (для тих, хто має схильність до астрономії на рівні аматорства чи майбутньої професії);

б) *світоглядні потреби* (астрономічні знання — складова наукової картини світу);

в) *культурні потреби* (астрономічні знання — складова культури).

Докладніше розглянемо означені потреби, адже на них варто обов'язково зважати й використовувати як стимули для вивчення астрономії у старшій загальноосвітній школі.

Практичні потреби. Перші астрономічні знання для господарських потреб люди здобули дуже давно. Така думка — загально-визнана, але питання застосування астрономічних знань у сучасному світі вимагає окремого розгляду. Нині в багатьох людей, далеких від астрономії, існує уявлення, що ця наука відірвана від практичних інтересів людини. Малоосвічені бачать в ній провісницю долі, плутаючи з астрологією. Тому під час вивчення астрономії учні мають, по-перше, усвідомити, що вона досліджує, по-друге, дізнатися про її зв'язки з іншими науками, по-третє, ознайомитися з найважливішими аспектами практичного застосування астрономії; по-четверте, зрозуміти, на вирішення яких проблем людства спрямована сучасна астрономія.

⁸Савченко О. Я. Уміння вчитися як ключова компетентність загальної середньої освіти / О. Я. Савченко // 36. «Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики». Під заг. ред. О.В. Овчарук. — К.: «К.І.С.», 2004. — С. 39.

Упродовж тисячоліть астрономія забезпечувала орієнтування (по небесних світилах) людини як у просторі, так і в часі (його облік і календарі). Практична спрямованість астрономії визначала її роль у суспільстві. Проте астрономічні спостереження і знання слугували не лише практиці, вони стимулювали розвиток людських емоцій, породжували відчуття гармонії і краси (космосу), сприяли, наприклад, становленню естетики.

В античну епоху астрономія — одна з найпопулярніших наук. Освічені люди в ті часи обговорювали моделі космосу і принципи устрою Всесвіту. Тоді астрономія перестала бути таємничою наукою єгипетських жерців, її вивчали всі, хто навчався в академіях Платона, а згодом Арістотеля.

Європейське середньовіччя перейняло античні й арабські астрономічні уявлення і знання, переосмисливши їх у новій картині світу — геліоцентризмі. Здобутки астрономії стали рушієм подальшого загального прогресу людства й одним з суттєвих джерел сучасного природознавства. Саме в астрономії відбувалося накопичення суперечностей, подолання яких було стимулом розвитку природознавства. Пояснення складного руху планет на небесній сфері, привело І. Ньютона до створення класичної механіки й теорії гравітації. З'ясування природи спектрів зір сприяло розробці теорії випромінювання. Визначення швидкості світла з астрономічних спостережень згодом відкрило шлях до створення теорії відносності. Потреба у поясненні фотометричного та гравітаційного парадоксів стала основою розвитку релятивістської космології, що спирається на загальну теорію відносності.

Труднощі сучасної теорії прискореного розширення Всесвіту, пов'язані з проблемними питаннями квантової теорії поля й фізики елементарних частинок, неможливість перевірити деякі сучасні теорії в лабораторіях, змушують фізиків звертатися до астрономії, щоб, наприклад, з'ясувати особливості початкових етапів еволюції Всесвіту. На цих етапах існували умови, в яких могли проявити себе явища, що їх передбачає фізика елементарних частинок.

Отже, зауважимо важливу об'єктивну обставину, яка стосується процесу навчання астрономії: нині потреби людини у практичному застосуванні астрономічних знань і вмінь, сформованих на їх основі, — мінімальні. Майже ніхто не визначає час доби по

небесних світилах чи напрямом на північ по Полярній зорі. Для цього є годинники, компаси, системи глобального позиціонування (GPS) та інші технічні пристрої. Однак це не означає, що такі вміння є зайвими для сучасної людини: мало що може трапитися з технічними засобами, а от зоряне небо буде супроводжувати людство завжди. Не зайве для молодшої людини також розуміти зміст понять, що визначають одиниці часу (доба, рік тощо) чи просторові орієнтири.

Світоглядні потреби. Роль астрономічних знань тут величезна. Звісно, за умови, що йдеться якщо не про науковий світогляд, то хоча б про такий, що враховує сучасну наукову картину світу.

Історія розвитку нашої цивілізації свідчить — формування світогляду людей будь-якої епохи відбувалося, зважаючи на результати астрономічних спостережень. Якими б переконливими не були досягнення інших природничих наук, але вони головно досліджують земну природу чи дію природних чинників в умовах нашої планети. Значення результатів астрономічних досліджень полягає в тому, що саме вони доводять єдність Землі і Космосу, матеріальність Всесвіту, його безмежність у просторі й нескінченність у часі, розмаїття форм матерії, яка весь час перебуває в русі та у процесі розвитку. Результати астрономічних досліджень значно розширюють і постійно коректують сучасну наукову картину світу.

Яким чином світоглядні потреби можуть бути мотивом вивчення астрономії? Тут доцільно говорити про значно ширший *кругозір* того, хто обізнаний з астрономією, а також про те, що астрономічні знання — своєрідний *захист* (запобіжник) проти всіляких астрологічних завбачень, продавців ділянок на Місяці й назв зір, різноманітних чуток про «кінець світу» та різного штибу космічних катастроф тощо. Сучасний світ інформаційно дуже «забруднений», причому значна частка «забруднення» припадає на інформацію, пов'язану з астрономічними знаннями. Часто вони спотворені, перекручені, сфальшовані чи взагалі вигадані. Протистояти цьому може лише той, хто набув у школі хоча б основ астрономічних знань.

Культурні потреби. Значний масив астрономічних знань, здобутих раніше, перейшов на рівень культури (певних культурних символів). До них можна віднести, наприклад, уявлення про сузір'я

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

зоряного неба та міфи й легенди, що з ними пов'язані. З огляду на це, чи варто вважати людину освіченою й культурною, якщо вона не здатна показати на зоряному небі найвідоміші в її місцевості сузір'я? Або не може відповісти на питання, що за яскрава зоря сяє вранці перед сходом Сонця? Чи не розрізняє такі поняття, як планета й зоря, і буквально сприймає фразу про «зорю, що впала з неба».

З астрономією пов'язані визначні пам'ятки минулого. Багато літературних і музичних творів, полотна відомих художників (наприклад гравюри А. Дюрера із зображеннями карт зоряного неба чи «Зоряна ніч» В. ван Гога), скульптурні роботи створено під враженням зоряного неба чи під впливом астрономічних знань.

Архаїчна доба людства породила міфологію, перші релігійні уявлення й культи, пов'язані з небесними світилами чи особливістю їхнього руху на небесній сфері. Відголоски цих уявлень донині зберігають культури різних народів світу. Наприклад, чотири головні моменти видимого руху Сонця (сонцестояння та рівнодення) у більшості стародавніх народів «прив'язані» до важливих обрядових подій. Зокрема, свято Івана Купала у нас в Україні.

Астрономія як навчальний предмет має всі можливості, щоб задовольнити описані вище потреби молодшої людини. Адже лише астрономія через цілком зрозумілі об'єктивні обставини виконує важливу роль у формуванні й розвитку в учнів знань про Всесвіт — величезний, різноманітний і єдиний світ.

Шкільний курс астрономії формує в учнів не лише системно-наукове, але й соціально орієнтоване уявлення про Всесвіт, бо розкриває шляхи пізнання людиною таємниць зоряного неба, показує великий інтерес до небесних явищ у різні історичні епохи. А це сприяє оволодінню учнями астрономічної культури — важливою складовою загальнолюдської культури.

Неодмінним елементом процесу навчання, поряд з мотивацією, є постановка цілі. Ми розглянемо питання цілепокладання у 3-му розділі, а тут лише вкажемо, що між мотивами та ціллю існує тісний взаємозв'язок. Ціль спрямована на результат дії, мотив — на те, де цей результат можна буде використати. Щоб ціль, яку ставить учитель у процесі навчання, стала ціллю учня, вона має

набути для нього особливого змісту. А це можливо лише тоді, коли ціль буде відповідати мотиву діяльності учня, тобто за умови, що учень зрозуміє, для чого йому треба вивчати ту чи іншу тему.

З цього можна зробити висновок, що зміст курсу астрономії, який виражає її зв'язок із життям, із сучасними подіями як у довкіллі, так і в соціумі, якраз і є головним чинником для мотивації пізнавальної і загалом навчальної діяльності учнів.

Пізнавальний інтерес учнів у процесі навчання астрономії. Важливим чинником процесу навчання астрономії є інтерес кожного учня до сприйняття і засвоєння астрономічних знань як прояву дієвої розумової активності.

У визначенні пізнавального інтересу та його значенні для цілей навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі ми дотримуємося позиції Г.І. Щукіної, яка вважає, що пізнавальний інтерес — це вибіркова спрямованість особистості до пізнання, його предметної сторони, процесу оволодіння знаннями⁹.

Водночас звертаємо увагу на те, що він відображає єдність об'єктивного й суб'єктивного, а тому цілеспрямоване виховання інтересу може спиратися на об'єктивні властивості явищ, процесів дійсності, які приваблюють учнів.

Пізнавальний інтерес, як особистісний мотив, спонукає учня до навчання не лише на уроці чи під час підготовки домашніх завдань. Його вплив значно ширший: учень збирає додаткову інформацію; активно спілкується з однолітками, які поділяють його інтерес; в учня часто виникають запитання, пов'язані з його інтересом, що змушує шукати й знаходити на них відповіді.

Наявність в учня пізнавального інтересу спонукає його ставити власні навчальні цілі, окрім тих, які ставить учитель. Тобто пізнавальний інтерес надає пошуковий, творчий характер навчальній діяльності в будь-якій її формі.

З психології відомо, що не існує універсального методу стимулювання й підтримки пізнавального інтересу у процесі навчання. Учитель має варіювати різні методи, прийоми й засоби, щоб активізувати зовнішні дії і внутрішні процеси розвитку учнів, тим самим спонукаючи їх до самостійності в навчанні.

⁹Щукина Г. И. Проблема познавательного интереса в педагогике / Г. И. Щукина. — М. : Педагогика, 1971. — 134 с.

Аналіз психолого-педагогічної літератури дозволяє окреслити такі основні методи розвитку пізнавального інтересу: стимулювання цікавим змістом, створення ситуацій творчого пошуку на основі виявлених протиріч, створення навколо навчального матеріалу ігрового сюжету, подача навчального матеріалу у вигляді результатів досягнень відповідної науки.

Зважаючи на це, виникає питання щодо методів, які можна застосовувати у процесі навчання астрономії, а також прийомів для стимулювання інтересу до її вивчення. Ми вважаємо, що пізнавальний інтерес на уроках астрономії, особливо на базовому рівні (за умови культурологічного підходу до навчання), доцільно розвивати за такими змістовими блоками: *цікавість, наочність, діалогічність, гра, інтеграція, проблемне навчання*. Така послідовність прийомів сприяє появі інтересу до знань на всіх зазначених етапах. Пізнавальний інтерес викликає в учнів емоційний підйом, подив, тим самим породжуючи цікавість, потім виникає відчуття очікування, бо з'являється допитливість, яка веде до інтересу, далі формується потреба в оволодінні глибокими знаннями, які учень поступово опановує, розкриваючи свої задатки і здібності. Все це, як результат, веде до самостійної творчої діяльності молодшої людини.

Розгляньмо докладніше декілька з означених вище прийомів. Перше, що, на наш погляд, є предметом пізнавального інтересу для учня — це нова інформація про довкілля. Навчальний матеріал, який для учнів є новим, невідомим, вражає їхню уяву, змушує дивуватися, викликає й підкріплює інтерес. Здивування — сильний стимул пізнання, його первинний елемент. Новизна, незвичність, несподіванка, дивина, невідповідність колишнім уявленням — все це елементи цікавості.

Курс астрономії у старшій загальноосвітній школі в частині нової, невідомої й навіть дивовижної інформації для учня є хорошим полем для широкої навчально-пізнавальної діяльності. Спираючись на змістову частину курсу, вчитель має змогу викликати в учнів цікавість до того або іншого питання чи окремої теми (не вказуємо конкретні питання з навчальної програми, бо всі вони можуть бути викладені цікаво). Однак варто пам'ятати — пізнавальний інтерес не можна підтримувати лише яскравими фактами, а його привабливість зводиться до того, що дивує і вражає уяву.

Ще однією рушійною силою формування пізнавального інтересу може бути невідповідність між новою достовірною інформацією і тією, яку учні отримали з позашкільних джерел (наприклад засобів масової інформації чи навіть з деяких книг). Така інформація буває спотвореною, а то й неправдивою, як от про планету Нібіру. Можна розглядати також суперечності між наявними в учнів астрономічними знаннями й тими, які вони здобудуть, опановуючи курс астрономії у старшій загальноосвітній школі.

Формувати інтерес до пізнання можна шляхом показу нових досягнень астрономічної науки. Особливо це важливо для академічного та профільного рівнів. Щоб задіяти цей прийом, вчитель має слідкувати за новинами астрономії, підтримувати зв'язки з астрономічними установами. Нині в Україні це не є проблемою.

Задіявши таким чином всі можливі методи, прийоми й засоби, вчитель має намагатися сформувати інтерес до вивчення астрономії у кожного учня. Це нелегко, але можливо.

На тлі широкого кола інтересів, які є в кожного учня, виділяють особливий їх вид — інтерес до навчального предмета. Він є частковим випадком пізнавального інтересу, який суттєво залежить від специфіки навчальної діяльності в базовій і старшій школі.

Педагогічна практика свідчить, що майже завжди є учні, які проявляють підвищену зацікавленість у вивченні астрономії. Дослідження пізнавальних інтересів учнів розкрили роль чинників, що зумовлюють вибіркове ставлення до навчального предмета. Зокрема, В.В. Мантуленко вказує¹⁰ на такі з них:

- місце та роль у суспільному прогресі тієї науки, що має в школі відповідний навчальний предмет;
- питома вага навчального предмета в загальній структурі навчальних дисциплін;
- загальна спрямованість навчальних планів освітнього закладу;
- зміст навчального предмета й підручників;
- характер процесу навчання, який спричиняє вплив на рівень викладання, зокрема особливості форм і методів, за допомогою яких учням викладають новий матеріал, а також характер їх самостійної пізнавальної діяльності.

¹⁰Мантуленко В. В. Становление познавательного интереса школьников в условиях информатизации образования / В. В. Мантуленко // Вестник СамГУ. — 2006. — № 5/2 (45). — С. 36—44.

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

Зважаючи на зазначені чинники (окрім другого), можна зробити висновок, що в основі формування пізнавального інтересу лежить не лише зміст навчального матеріалу, але й характер процесу навчання. Він визначає як позитивне налаштування (очікування) до навчальної діяльності, так і емоційне піднесення під час її виконання.

Бачимо, що астрономія як навчальний предмет має багаті можливості для формування й розвитку пізнавального інтересу учнів, адже розкриває у своєму змісті надзвичайно барвисту й різноманітну астрономічну картину світу, що містить уявлення про Всесвіт як середовище життя людини.

Педагогічні вміння вчителя астрономії. Встановлено, що результати педагогічної діяльності вчителя можна звести до двох видів. Функціональні продукти діяльності (наприклад урок, методика тощо) відносять до першого виду, а психологічні продукти діяльності (психічні новоутворення в особистості учня) — до другого. Нині результати роботи вчителя, що належать до другого виду, загальноприйнято вважати важливішими. Тобто головним результатом педагогічної діяльності є сам учень, розвиток його особистості, а також здібностей і вмінь — одним словом, компетентностей. Але, підкреслимо це, через опанування предметного змісту — в нашому разі, курсу астрономії.

Мотивувати учня до навчання — один з найважливіших аспектів роботи вчителя. Якщо він не може цього зробити, то його задуми і спроби організувати навчальний процес є марними, адже учень не має бажання вчитися.

Вище ми розглянули питання мотивації навчання астрономії в загальних рисах, а тепер зосередимо увагу на практичній його стороні. При цьому будемо спиратися на результати психологічних досліджень, в яких доведено — першим у мотивації навчання в старшокласників є *мотив самоствердження*. На нього чинять вплив такі особливості самооцінки підлітка як її нестійкість, зміна критеріїв, прагнення через навчальні досягнення завоювати стійке становище в колективі однолітків тощо.

Друге місце належить *мотиву саморозвитку*, пов'язаному з прагненням учня до розвитку в процесі навчання таких своїх особистих якостей, як воля, цілеспрямованість. На третьому місці

за значимістю є два мотиви: *пізнавальний* і *мотив спілкування* з дорослими. Всі інші мотиви (ми їх тут не розглядаємо) посідають нижчі місця в цій ієрархії мотивів.

Як же можна мотивувати учня в процесі навчання астрономії? Спершу розглянемо основні, універсальні, способи. Один з них — задіяти такий важливий фактор, як самооцінка учня. Вона є центральним механізмом, що регулює взаємовідносини особистості й навколишнього світу.

Самооцінка важлива не лише тому, що дозволяє побачити учневі сильні та слабкі сторони своєї навчальної діяльності, а й тому, що на основі осмислення цих результатів він може скласти власну програму подальшої діяльності.

Як розуміти поняття самооцінки, що є компонентом педагогічного процесу? Для його методичної характеристики, наприклад, Т.П. Повєда виділяє три нероздільні його складові: зміст оцінної діяльності вчителя, уміння учня дати самому собі змістовну характеристику, реалістичний рівень домагань, навички самоконтролю¹¹.

Для вчителя важливо розуміти, що упровадження процедури самооцінки у навчальний процес вимагає від нього ґрунтовної і тривалої професійної роботи. Запровадити директивно самооцінку учня практично неможливо.

Відомо, внутрішня оцінка формується під впливом зовнішньої і значною мірою від неї залежить. Тому способи організації зовнішньої оцінки мають бути різними (колективна оцінка, взаємооцінка тощо) і спиратися на довіру, повагу до учня, визнання його індивідуальності та здібностей. Учень має розуміти еталон, яким оперують інші, коли оцінюють його навчальну діяльність.

Готовність учня до внутрішньої змістовної оцінки своєї діяльності свідчить про розвиток здібностей рефлексії — усвідомлення своїх дій.

Ще один універсальний спосіб мотивувати — задіяти самоконтроль учня. У педагогічній літературі (див., наприклад, Лында А. С. Дидактические основы формирования самоконтроля в процессе

¹¹Повєда Т. П. Формування контрольно-оцінних здібностей учнів як основа забезпечення саморегуляції діяльності з фізики / Т. П. Повєда // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського нац. ун-т. Вип. 14 : Інновації в навчанні фізиці та дисциплін технологічної освітньої галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. — Кам'янець-Подільський, 2008. — С. 87—90.

Розділ 1. Навіщо навчати астрономії?

самостоятельной работы учащихся / А. С. Лында. — М. : Высшая школа, 1979. — 157 с.) виділяють декілька етапів формування самоконтролю. По-перше, учень має навчитися розуміти і сприймати контроль учителя, по-друге, задіяти механізм взаємоперевірки, адже виявити помилки в роботі товариша набагато легше, ніж у власній, а отримані навички контролю учень переносить на власну діяльність, по-третє, учня доцільно навчити здійснювати спостереження за своєю навчальною діяльністю, виконувати самоаналіз, самооцінку й самокорекцію. Інакше кажучи, учень має оволодіти прийомами рефлексії. Від здатності учня до самоаналізу й самооцінки залежить успішність його навчання, вимогливість до своєї навчальної діяльності та адекватна реакція на оцінку його діяльності вчителем.

Кожен учень навчається, перш за все, для себе, тому найвищою стадією будь-якого процесу навчання є самонавчання як усвідомлення прогалин у власному знанні та вмінні (або невмінні) робити що-небудь. За таких обставин оцінювати й коригувати знання і вміння поруч з учителем учень має сам. Водночас для ефективного управління навчанням учителеві весь час потрібна інформація про стан пізнавального процесу кожного учня, тобто зворотний зв'язок, який і можна отримати на основі самооцінок знань і вмінь учнів.

Доречно звернути увагу на те, що самоконтроль, самооцінку й рефлексію, які здійснює учень у процесі навчання, вчителю бажано передбачати, а ще краще — організовувати.

Ще одне завдання вчителя полягає в тому, щоб допомогти учневі знайти найбільш підходящий для нього індивідуальний стиль (прийоми і способи організації) навчальної діяльності, а не намагатися стандартизувати його для всіх учнів. Треба показати учневі, як йому самому подолати власні труднощі й розвинути свої переваги й обдарування. При цьому потрібно пам'ятати — варто максимально використовувати й розвивати виявлені в нього позитивні особливості і за рахунок цього знаходити шляхи компенсації тих якостей, що перешкоджають успішному навчанню.

Старшокласник — молода людина — хоче реалізувати свої мрії, задовольнити бажання. Важливо визнати його право на саморозвиток, на індивідуальну траєкторію освоєння навчального матеріалу.

Але мало визнати таке право, важливо забезпечити його реалізацію. Це важко зробити в умовах класно-урочної системи навчання, але окремі елементи особистісно-орієнтованого навчання можуть бути застосовані вчителем. Доцільно адаптувати навчальний процес під індивідуальні можливості й потреби тих учнів, які проявляють підвищений інтерес до астрономії, чи тих із них, хто має стійкий інтерес до навчання загалом. Це серед іншого допоможе учням у пізнанні та розвитку притаманних їм природних задатків, надасть додаткові можливості для опанування навчального предмета.

Управління навчальною діяльністю. Важко не погодитися з думкою про те, що процес опанування певним обсягом знань має враховувати особливості наявного пізнавального досвіду та навчальної діяльності учнів, узгоджуватися з їхніми внутрішніми й зовнішніми мотивами, розвивати рефлексію (аналіз способів і стратегій пізнання). А в цілому, навчання має вести учня від спільного, разом з учителем, управління своїми діями до самоуправління, що є основою саморозвитку й самонавчання. Навчальний процес, організований і побудований на принципах самоуправління, саморозвитку, самоосвіти, якраз і є індивідуально-орієнтованим.

Викладаючи курс астрономії, доцільно спиратись на п'ять обов'язкових елементів, що, на думку Л. Стаута (Lawrence W. Stout), присутні в будь-якому процесі навчання¹²:

Різноманітність. Якщо наш розум повсякчас сприймає одну й ту саму інформацію, він застоюється. Нашу увагу привертає незвичне, і хороший учитель використовує різні засоби, щоб навчання безперервно викликало інтерес. Це стосується і змісту матеріалу, і стилю навчання.

Ясність. Заплутану й незрозумілу інформацію опанувати неможливо. Інформація буде сприйнята тільки в тому разі, якщо вчитель ясно і просто подає інформацію в тій формі, яка відповідає рівню інтелекту учнів. Це стосується і змісту, і методів навчання.

¹²Стаут Л. Эффективность обучения: семь основных принципов. [Електронний ресурс] // Элитариум 2.0 : [сайт] / Центр дистанционного образования «Элитариум». — Текст. і граф. дані. — СПб. — Режим доступу : http://www.elitarium.ru/2007/04/27/jeffektivnost_obuchenija.html (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

Залученість. Навчання — це не пасивна діяльність. Якщо учень так чи інакше не бере активної участі у процесі навчання, ніякого навчання не буде. Фактично, що інтерактивніший процес навчання, то більшими є успіхи учня.

Успіх. Чому іноді здається, що інформація проходить повз нашу свідомість? Чому ми не докладаємо зусиль, щоб зрозуміти її? Бо вважаємо, що у нас нічого не вийде, упевнені, що не зможемо засвоїти нові знання. Учитель має бути упевнений, що учень зможе успішно опанувати те, чому його навчають.

Подібність. Ми можемо вчитися тільки в тих, кому довіряємо. Щоб учень сприйняв інформацію, вчитель має активно прагнути завоювати його довіру. Для цього насамперед потрібно залишатися чесним і щиро дбати про учня, що дозволить вчителю адекватно і зі співчуттям реагувати на його потреби.

Отже, процес навчання астрономії вимагає від учителя постійно зважати як на психологічні аспекти учіння, так і на його педагогічні основи. Водночас потрібно вміло проектувати загальні психолого-педагогічні аспекти на конкретний навчальний предмет, тобто курс астрономії відповідного освітнього рівня у старшій загальноосвітній школі.

1.4. Характеристика традиційного змісту і структури шкільної астрономії

Курс астрономії, який викладали в наших школах упродовж XX ст., структурою та змістом копіює структуру астрономії як науки. Такий підхід збережено в чинних нині навчальних програмах з астрономії для старшої загальноосвітньої школи. Це видно з табл. 1.3 (див. с. 45 — 46).

Немає потреби описувати цю таблицю, адже й так видно, що структура та зміст курсу астрономії в різні часи й за останні сто років лежать у межах знань про небесні об'єкти: від Землі до Всесвіту як цілого. Раніше, коли про Всесвіт мали лише загальні уявлення, було більше матеріалу про Землю та найближчі до неї космічні тіла. Тепер, коли людство дещо знає про будову Всесвіту, є більше матеріалу про його окремі складові — планети, зорі, галактики, скупчення галактик — і менше про Землю.

Таблиця 1.3

Порівняння тем навчальних програм курсу астрономії різних років

Навчальна програма, рік	Перелік тем навчальної програми
1935	72 (з 1937/1938 н. р. — 36) навчальних годин, 10 клас 1. Вступ. (10 год) 2. Форма Землі та її обертання. (10 год) 3. Рух Землі відносно Сонця і розвиток уявлень про Сонячну систему. (15 год) 4. Сонячна система. (15 год) 5. Зорі. (14 год) 6. Космогонічні гіпотези. (8 год) У програмі були вказані спостереження, які учні мали виконати під керівництвом учителя.
1969/1970	35 навчальних годин, 10 клас 1. Вступ (основні поняття сферичної астрономії, огляд методів сучасних астрономічних спостережень із застосуванням інструментів). 2. Будова Сонячної системи. 3. Фізична природа тіл Сонячної системи. 4. Сонце і зорі. 5. Галактика й метagalaktika. 6. Походження й розвиток небесних тіл.
1985	35 навчальних годин, 10 клас 1. Предмет астрономії. (2 год) 2. Видимі положення й рухи світил. (3 год) 3. Поняття про методи астрономічних досліджень. (3 год) 4. Справжні рухи небесних тіл, визначення відстаней і мас. (6 год) 5. Природа Сонця й зір. (8 год) 6. Фізична природа тіл Сонячної системи. (3 год) 7. Наша Галактика. (4 год) 8. Позагалактична астрономія. (2 год) 9. Еволюція у Всесвіті. (4 год) 10. Астрономічні спостереження.
2001	17 навчальних годин, 11 клас 1. Предмет астрономії, її розвиток і значення в житті суспільства. Короткий огляд об'єктів дослідження в астрономії. (1 год) 2. Небесна сфера. Рух світил на небесній сфері. (2 год) 3. Методи та засоби астрономічних досліджень. (1 год) 4. Наша планетна система. (6 год) 5. Сонце — найближча зоря. (1 год) 6. Зорі. Еволюція зір. (2 год) 7. Наша Галактика. (1 год) 8. Будова й еволюція Всесвіту. (2 год) 9. Життя у Всесвіті. (1 год)

Таблиця 1.3 (закінчення)

Навчальна програма, рік	Перелік тем навчальної програми
2011 (рівень стандарту, академічний рівень)	17 навчальних годин. (1 год — резервна), 11 клас 1. Предмет астрономії. Її розвиток і значення в житті суспільства. Короткий огляд об'єктів дослідження в астрономії. (1 год) 2. Основи практичної астрономії. (3 год) 3. Методи та засоби астрономічних досліджень. (1 год) 4. Сонячна система. (3 год) 5. Сонце — найближча зоря. (1 год) 6. Зорі. Еволюція зір. (2 год) 7. Наша Галактика. (1 год) 8. Будова й еволюція Всесвіту. (3 год) 9. Життя у Всесвіті. (1 год)

Ми розглянули в одній з статей¹³ питання структури астрономічної науки і вказали на те, що у процесі свого розвитку вона зазнала суттєвих змін. І цей процес ще не завершено, оскільки до предмета пізнання астрономії належать як об'єкти дуже великого просторового діапазону (ми не знаємо, що можемо відкрити на межі видимого Всесвіту), так і тіла, що явно проявляють себе лише в одній з фундаментальних взаємодій (наприклад темна матерія).

У контексті розгляду питання структури і змісту шкільної астрономії важливо те, що поділ астрономічної науки на окремі розділи — якоюсь мірою умовність, що склалася історично. Якщо з метою структуризації цієї науки застосувати історико-логічний метод, тобто слідувати за історичним розвитком астрономії та логічними етапами появи тих чи інших її підрозділів, то на першому місці буде астрометрія, а на останньому — космологія. Саме за таким принципом уведено питання поділу астрономії на окремі розділи в сучасні підручники для загальноосвітніх шкіл. Як головні підрозділи астрономії в них виділяють астрометрію, небесну механіку, астрофізику, космологію.

Такий підхід до будови структури курсу астрономії інколи називають від «близького до далекого». Мають на увазі те, що спершу розглядають явища та об'єкти зоряного неба, які людина може спостерігати неозброєним оком, наприклад видимий рух

¹³Крячко Іван. Астрономія : методологічний портрет / І. Крячко // Фізика та астрономія в школі. — 2011. — № 6. — С. 18—23.

планет чи Місяця, а після цього — все те, що вимагає спеціальних спостережних засобів, наприклад зорі та галактики.

Ця послідовність в основі своїй має феноменологічний, тобто описовий, метод вивчення Всесвіту. З цього колись дуже давно розпочинала астрономічна наука. Астрометрія, а значно пізніше (від доби І. Ньютона) небесна механіка внесли в астрономію геометричні та математичні методи дослідження, але описовий підхід в астрономії почав здавати позиції лише з появою астрофізики.

Хоча астрофізика зародилася в ХІХ ст., її розквіт розпочався тільки з початком космічної ери, коли астрономія стала всеохоплюючою наукою. Тоді ж з'явилася можливість з допомогою космічних апаратів прямо досліджувати тіла Сонячної системи.

Позагалактична астрономія виникла в кінці 20-х років минулого століття й набула нестримного розвитку після того, як на орбіту Землі було виведено відносно великі телескопи, наприклад Космічний телескоп імені Габбла (1990 р.).

Сучасна космологія, що бере свій початок від класичних робіт А. Айнштейна з теорії відносності, зазнала наприкінці ХХ ст. суттєвої зміни, коли з'ясувалося, що наш Всесвіт розширюється з прискоренням і за це прискорення відповідає темна енергія.

Астрономічні дослідження в останні 30 років привели не лише до значного розширення спостережуваного Всесвіту й відкриття цілої низки незвичайних (зазвичай несподіваних і багато в чому не пояснених на той час) явищ, але й до появи нових методів дослідження, а отже, і цілої низки нових підрозділів астрономічної науки.

Бурхливий розвиток астрономії став викликом для астрономічної освіти. Обсяг наукової інформації збільшився в багато разів і продовжує невпинно зростати. Якщо наприкінці 30-х років ХХ ст. навчальна програма з астрономії закінчувалася темою «Зорі» (це видно з таблиці 1.3), то нинішні програми містять питання про існування інших всесвітів.

Уже в 60-х роках минулого століття методисти почали шукати вихід з ситуації конфлікту між астрономічною інформацією, що почала бурхливо зростати, та одноденним обсягом курсу шкільної астрономії. Тоді шлях подолання проблеми вбачали в тому, щоб у структурі курсу астрономії суттєво зменшити описову частину

(«близьке»), зосередивши увагу на астрофізиці, яку визнали своєрідним ядром астрономії. Тож нову навчальну програму, запроваджену в 1969 р., розглядали як спробу привести у відповідність елементарний курс астрономії з бурхливим розвитком фізико-математичних наук і техніки.

Ми вважаємо, що то був крок у правильному напрямі, хоча він і не вирішував методичного конфлікту, а дещо його згладжував. Свідченням цьому стала нова дискусія щодо структури і змісту курсу астрономії у «школі майбутнього», а її наслідком — нова навчальна програма з астрономії, яку було запроваджено 1986 р. Особливістю програми, за словами Є.К. Страута, стало те, що «нова програма здійснює генералізацію навчального матеріалу — його об'єднання навколо провідних ідей курсу астрономії»¹⁴.

Основою навчальної програми стали найважливіші астрономічні поняття — зоря, галактика, Всесвіт, тобто ті, які ми нині відносимо до вузлових точок навчального предмета астрономія (про це в розділі 3). Уже тоді стало очевидним, що пооб'єктний підхід до побудови курсу за умови як збільшення типів об'єктів (пульсари, квазари тощо), так й інформації про них веде до надмірної деталізації навчального матеріалу, підвищення його суто спеціального, тобто вузьконаукового, спрямування. Підкреслимо, подача навчального матеріалу, коли розглядають об'єкти Всесвіту: планети, зорі, галактики тощо, яку називаємо пооб'єктним підходом — це прояв все тієї ж структури «від близького до далекого».

Пооб'єктний підхід до структурування змісту курсу астрономії суттєво відрізняє його від, наприклад, курсу фізики, де розглядають провідні наукові теорії. Чому став можливим саме такий підхід? Висловимо припущення, що, з одного боку, він є відображенням традиції пізнання довкілля, започаткованої дуже давно. Наші пращури не вміли вивчати небесні явища й тіла окремо, не в їх єдності, навпаки, їх намагалися розглядати в комплексі «єдиного неба».

З другого боку, астрономію цікавить не так те, щоб знайти один єдиний закон, за яким «живе» небесне тіло, як, так би мовити, обернена задача — яка його природа, походження, еволюція.

¹⁴Страут Е. К. О преподавании астрономии по новой программе / Е. К. Страут // Физика в школе. — 1986. — № 2. — С.61—63.

Це спонукає астрономів до застосування всіх наявних і можливих у кожному конкретному разі методів дослідження. Тому один і той самий космічний об'єкт можуть вивчати небесна механіка, оптична астрономія, радіоастрономія тощо.

Отже, пооб'єктна структура курсу астрономії відображає як традиції, що склалися у вивченні цього шкільного предмета, так і одну з методологічних засад астрономії як науки. Зміни, що відбувалися дотепер з навчальними програмами, — це зміни в рамках пооб'єктного підходу. Зменшували зміст одного розділу, наприклад сферичної астрономії, і збільшували другі розділи, пов'язані з астрофізикою, — однак відбувалося це в межах курсу астрономії, як зменшеної копії астрономічної науки.

Зміст і структуру навчального предмета багато критикували й критикують нині, пропонують варіанти вирішення проблеми (наприклад ситуаційний підхід до побудови курсу — Жилин В. І. Ситуационный подход в построении школьного курса астрономии / В. И. Жилин // Физика в школе. — 2005. — № 4. — С. 53—57), коли навчання астрономії потрібно розпочинати не з «нецікавої» учням небесної сфери і небесних координат, які «вбивають» остаточно інтерес до вивчення астрономії, а з таких, наприклад, питань як «Життя у Всесвіті» чи «Походження Всесвіту». Всі ці пошуки пов'язані з тим, що, на думку багатьох вчителів, курс астрономії має цікаві й нецікаві теми. Трохи інакше, але в цьому ж руслі, ставлять питання ті, хто вважає, що «існує єдиний мотив для дитини вивчати астрономію — чистий безкорисний інтерес до цієї дивовижної, красивої, цікавої науки»¹⁵.

Не будемо розкривати докладно неоднозначність питання про цікаву й нецікаву астрономію, як і те, що єдиний мотив для її вивчення — інтерес учня. Зауважимо, такі думки, на наш погляд, є проявом дії буденної свідомості, з якою підходять до курсу астрономії в цілому, до спроб зрозуміти його задум, цілі й завдання. Питання потрібно ставити інакше: не що треба викинути зі змісту курсу чи як зробити його цікавим учневі на догоду всьому іншому, наприклад принципу науковості, а як викласти

¹⁵Школьная программа по астрономии: выбор между альтернативами / Д. Ю. Климущкин // Избранные проблемы астрономии. Труды научно-практической конференции, посвященной 70-летию астрономической обсерватории ИТУ. — Иркутск, 2001. — С. 107—111.

дібраний навчальний матеріал цікаво — від питання небесної сфери до питання пошуків життя у Всесвіті. За умови пооб'єктного підходу до формування структури навчального предмета ми є прихильниками його збалансованого змісту. Курс астрономії має містити як основи практичної астрономії, так і астрофізичні та космологічні питання.

Констатуємо важливий для нас факт: неможливо суттєво змінити курс астрономії (хоча можна змінювати його структуру та зміст), залишаючись у межах уявлення, що він є дидактичною моделлю астрономічної науки. Ми переконані, що лише відмовившись від цього дидактичного принципу можна розглядати якісно інший курс астрономії. Нині для цього в освіті відкриті шляхи: особистісно-орієнтоване навчання, компетентнісний підхід та інші дають змогу розмірковувати про «нову астрономію» в школі. І це треба робити, принаймні виконувати в цьому напрямі наукові педагогічні дослідження. Але допоки не буде запропоновано нову методологію формування структури й змісту шкільного курсу астрономії, потрібно адаптувати дидактичні принципи й практичні підходи до його побудови, зважаючи на нинішні освітні реалії.

Висновки з розділу 1

- Методичну систему навчання астрономії, особливості її структури і змісту значною мірою визначає дидактична категорія цілі.
- Особистісно-орієнтований підхід до навчання вимагає викладати астрономію у старшій загальноосвітній школі з огляду на принципи формування індивідуальності учня.
- Впливати на пізнавальні мотиви учнів під час навчання астрономії потрібно як з допомогою мотивації змістом, так і мотивації процесом.
- Мотивацію учня у навчанні астрономії визначають: а) практичні потреби; б) світоглядні потреби; в) культурні потреби.
- Структурою і змістом курсу астрономії, який викладали в наших школах упродовж ХХ ст., фактично копіює структуру астрономії як науки. Такий підхід збережено і в чинних нині навчальних програмах з астрономії для старшої загальноосвітньої школи.
- Допоки не з'явиться нова методологія формування структури й змісту шкільного курсу астрономії, потрібно адаптувати дидактичні принципи й практичні підходи до його побудови, зважаючи на нинішні освітні реалії.



Осучаснена гравюра «Скептик (прочанин) на краю Землі». Частково відображає нинішні уявлення про устрій Усесвіту.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

Маючи відповідь на запитання «Навіщо навчати астрономії?», можна перейти до пошуків відповідей на запитання «Чому навчати з астрономії?», тобто яким має бути зміст навчання. Це запитання таке ж складне, як і перше. Щоправда, його складність полягає не стільки в площині мотиваційно-психологічній, а радше в науково-педагогічній. І головню в тому, що вважати первинним — наукові знання, які мають бути основою навчання, чи педагогічну доцільність, яка розглядає учня як суб'єкта освіти. Зрештою, все зводиться до банальної на перший погляд дилеми: навчання для учня чи учень для навчання. Нині в суспільстві превалює думка, що навчання (як і освіта загалом) має бути засобом для розвитку людини.

Ми вважаємо, що зміст навчання має бути похідною від мети й цілей навчання. З огляду на це, його варто розглядати в рамках певної методичної системи. Саме тому другий розділ ми розпочинаємо з опису побудованої нами моделі методичної системи навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі.

2.1. Модель методичної системи навчання астрономії

Побудова моделі методичної системи вимагає такого поєднання інформації про різні об'єкти педагогічної реальності, коли вона має скласти не сумарну величину, а утворити нову якість. Об'єктивно виникає потреба розглядати таку модель як систему.

Аналіз різних трактувань поняття система дозволяє зробити висновок, що об'єкт (або процес) може бути класифікований як система, якщо в нього є щонайменше чотири властивості: цілісність,

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

подільність, зв'язки, інтеграція. Остання властивість є ознакою, що визначає цілісність системи, за якою її (систему) й виділяють із навколишнього середовища.

Зробимо важливе для нашого подальшого розгляду зауваження щодо співвідношення між поняттями методика й технологія навчання. Поняття «методика викладання» і «педагогічна технологія» ми розглядаємо як компоненти системи управління навчальним процесом: перший – як основний компонент, а другий – як вторинну ознаку. В такому разі технологію навчання астрономії визначає методична система.

Особливості моделювання різних складових освіти широко висвітлені в педагогічній літературі. Її аналіз вказує на те, що модель методичної системи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі – це теоретичне відображення педагогічної реальності, яку називають астрономічною освітою.

Освітня парадигма, заснована на особистісно-орієнтованому навчанні та формуванні компетентностей, висуває нові вимоги до методичної системи навчання астрономії. Суть цих вимог ми вбачаємо, по-перше, у тому, що модель цієї системи має пов'язувати зміст і структуру наукового знання, яке засвоюють учні, з основними характеристиками процесу навчання – цілями, методами й засобами. Одне з головних її завдань – дидактична обробка наукового матеріалу, моделювання дій учня і вчителя у процесі навчання. По-друге, модель має розкривати не так особливості викладу навчального предмета, як більшою мірою «належне управління пізнавальною діяльністю учнів, що можливе лише на основі законів дидактики»¹⁶. По-третє, модель методичної системи має передбачати технологічність навчального процесу, тобто вказувати шляхи досягнення запланованих результатів, відтворюваність процесу навчання.

Перспективною у плані практичної реалізації за сучасного стану освіти є методична система, у якій процес навчання не зведено до чогось одного: намагання передавати учням готові знання чи їх самостійне здобування учнями. Модель такої системи

¹⁶Гребенев И. В. Дидактика предмета как контекстно зависимая теория обучения / И. В. Гребенев // Педагогика. – 2008. № 2. – С. 27–32.

має відображати як педагогічне управління навчанням учителем, так й ініціативну та самостійну діяльність учня.

Щоб з'ясувати суть методичної системи та визначити принципи, на основі яких може бути створена її модель, доцільно окреслити функції цієї системи. До функцій методичної системи ми відносимо:

- *пізнавально-інформаційну* (відображення астрономічних знань, їх засвоєння у процесі пізнання об'єктів і явищ природи та формування на основі цього предметних компетентностей);
- *методологічну* (знайомство учнів з основними методами наукового пізнання та формування цілісного погляду на природу, розуміння процесів її розвитку);
- *інтегративну* (розкриття міжпредметних зв'язків як демонстрація єдності природничо-наукових знань з різних наукових галузей та формування наукової картини світу);
- *мотиваційну* (формування мотивів та інтересу до вивчення астрономії, використання знань для вирішення навчальних і практичних завдань та проблем);
- *особистісно-суб'єктивну* (індивідуальний вибір способів пізнавальної діяльності, процесів сприйняття інформації).

Аналіз педагогічних праць, присвячених питанню методичних систем навчання різним шкільним предметам, дозволив нам уточнити поняття методичної системи навчання астрономії. Отже, *методична система навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі — це сукупність взаємопов'язаних елементів (дидактичне завдання, змістовий, процесуальний та критеріальний компоненти), спрямованих на формування в учня основних та предметних компетентностей.*

Наші уточнення стосуються визначення взаємозв'язку цільового елемента з методичною системою. Ми, як і деякі інші педагоги-дослідники, виносимо цілі астрономічної освіти за межі методичної системи, адже зрозуміло, що вони є зовнішніми. Водночас цілі навчання астрономії ми включаємо до складу методичної системи й розглядаємо їх разом зі змістом навчання як її обов'язковий елемент.

Далі розглянемо принципи побудови методичної системи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі. До них ми відносимо відомі й загальні для дидактики принципи науковості, системності та послідовності у навчанні, поєднання різноманітних форм і методів навчання тощо.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

З огляду на сучасні вимоги до освіти загалом та зважаючи на особливості навчання астрономії в школі, ми доповнили їх іншими, дещо деталізованими, принципами:

- *відповідності* (методична система має відповідати на соціальне замовлення, сформульоване суспільством щодо цілей освіти);
- *технологічності* (процес навчання варто будувати на основі визначених цілей і технології цілепокладання);
- *гуманності та адаптивності* (навчання астрономії має бути посиленням для учнів з різними природними задатками, треба застосовувати особистісно-зорієнтовані форми й методи навчання);
- *інтенсивності та ефективності навчання* (мала кількість навчального часу, відведеного на вивчення астрономії, спонукає до організації інтенсивного й ефективного процесу навчання);
- *систематичного зворотного зв'язку або рефлексії* (методична система має забезпечити умови для постійної рефлексії як учня, так і вчителя).

Визначивши цілі, функції і принципи побудови методичної системи, можемо встановити основні структурно-логічні компоненти її моделі (див. рис. 2.1 на с. 57).

Питання соціального замовлення, оскільки воно не входить до складу методичної системи, ми не розглядаємо. Хоча принагідно зауважимо — соціальне замовлення виражає астрономічний компонент Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. Цілі астрономічної освіти та питання мотивації у процесі навчання астрономії розглянуто в розділі 1. Далі коротко зупинимо увагу на компонентах методичної системи.

Дидактичне завдання (цілі навчання та очікувані результати). Теоретичною основою для формування цілей навчання, тобто фактично результатів всіх видів діяльності у процесі вивчення курсу астрономії, є навчальна програма. Вона подає вимоги до змісту освіти та до рівня загальноосвітньої підготовки учнів, визначені Державним стандартом базової й повної загальної середньої освіти.

На підставі зазначених вимог і з урахуванням технологічного підходу до процесу навчання варто виконувати як цілепокладання, так і визначення його результатів (формами контролю та оцінювання знань у процесі реалізації цілей і змісту на кожному з етапів

I. Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

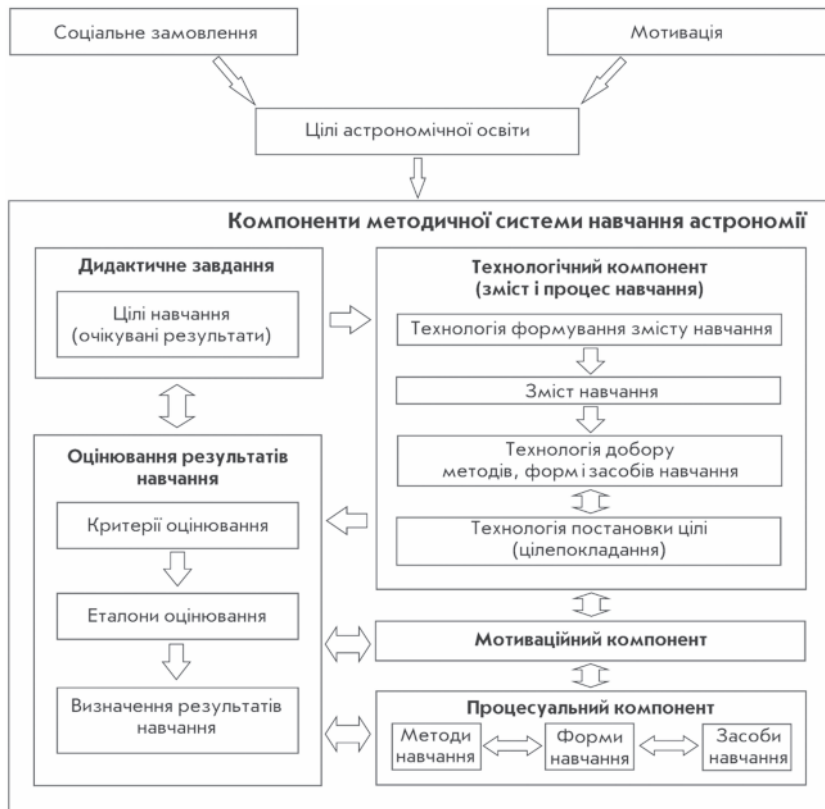


Рис. 2.1. Структурно-логічна модель методичної системи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі

навчання). Ми докладніше розглянемо ці питання у п. 3.1.1 та п. 3.1.5 третього розділу, а тут зупинимося на технологічній складовій нашої методичної системи, адже вона пов'язана з фундаментальною проблемою педагогіки в цілому — «Як навчати?».

Технологізація освіти загалом та навчально-виховного процесу зокрема — реальність, яка все більше й більше проникає в педагогічну практику. Зрозуміло, що це явище не випадкове. Застосування елементів технології у навчанні, загальний підхід до освіти як до певної цілісної технології, по-перше, відображає загальну тенденцію в розвитку людства, а по-друге, вказує на кризові явища в освіті й пошуки шляхів їх подолання.

Важливо, на це звертає увагу російський вчений-педагог О.І. Уман, що «кожна дидактична категорія має адекватний їй елемент зі

своєю специфічною технологічною характеристикою»¹⁷. Наприклад, цілям навчання відповідають таксономії цілей і конкретизовані цілі, а змісту освіти — види елементів навчального змісту й відповідні конкретні його фрагменти. Це означає, що для конструювання навчального процесу можна виділити сукупність технологічних характеристик основних дидактичних елементів, які й забезпечують змістове наповнення процедур конструювання.

Основу нашої технології формування змісту навчання визначають такі провідні ідеї:

- системність астрономічних знань, їх взаємозв'язок з основними науково-природничими поняттями;
- генералізація навчального матеріалу, виділення основних, другорядних і тимчасових навчальних елементів;
- пріоритет діяльнісному та проблемному підходам до опанування навчального матеріалу;
- варіативність і диференційованість навчального матеріалу та навчальних завдань з огляду на природні задатки учнів.

Тут зауважимо, що зміст навчання найповніше відображає не лише відповідний підручник, але також і календарно-тематичне планування чи плани-конспекти¹⁸ уроків, побудовані на основі навчальної програми.

Методичне забезпечення (процесуальний блок) включає компоненти: зміст, методи, форми, засоби навчання — і ґрунтується на специфіці змісту курсу астрономії різних освітніх рівнів, на психолого-педагогічних основах особистісно-орієнтованого навчання, що враховує вікові та індивідуально-психологічні особливості учнів.

Головними компонентами змісту, на наш погляд, мають бути *навчальні елементи* та *інформаційні навчальні елементи* (ІНЕ). Останнім ми надаємо особливого значення для процесу навчання астрономії в нинішніх умовах. Це пов'язано з тим, що знання є результатом сприйняття й переробки інформації. Не вдаючись до методичних тонкощів важливості ІНЕ-ів для астрономічної освіти

¹⁷Уман А. И. Подготовка учителя к конструированию учебного процесса / А. И. Уман // Школьные технологии. — 1998. — № 4. — С. 87–101.

¹⁸Крячко І. П. Астрономія. Плани-конспекти уроків. 11-й клас / за ред. І. Крячко — К. : Редакції газет природничо-математичного циклу, 2014. — 112 с. — (Бібліотека «Шкільного світу»).

(зокрема, вплив на добір змісту), визначаємо *інформаційний навчальний елемент* як *сукупність інформаційних одиниць, що можуть бути засвоєні й перетворені у знання*. З цього визначення випливає, що йдеться про навчальний продукт, спеціально створений на основі взаємодії актуальної інформації, відповідного їй навчального елемента і методів навчання.

Ми розрізняємо поняття інформаційний навчальний елемент і навчальний елемент, тобто не вважаємо їх тотожними. Відмінність між ними хоча б у тому, що навчальний елемент — стабільна (точніше квазістабільна), так би мовити, закрита частина навчального предмета. Натомість інформаційний навчальний елемент є динамічним утворенням, що виникає в момент взаємодії об'єктивної («живої») інформації та суб'єктивних методів її засвоєння.

Модель інформаційного навчального елемента показано на рис. 2.2.

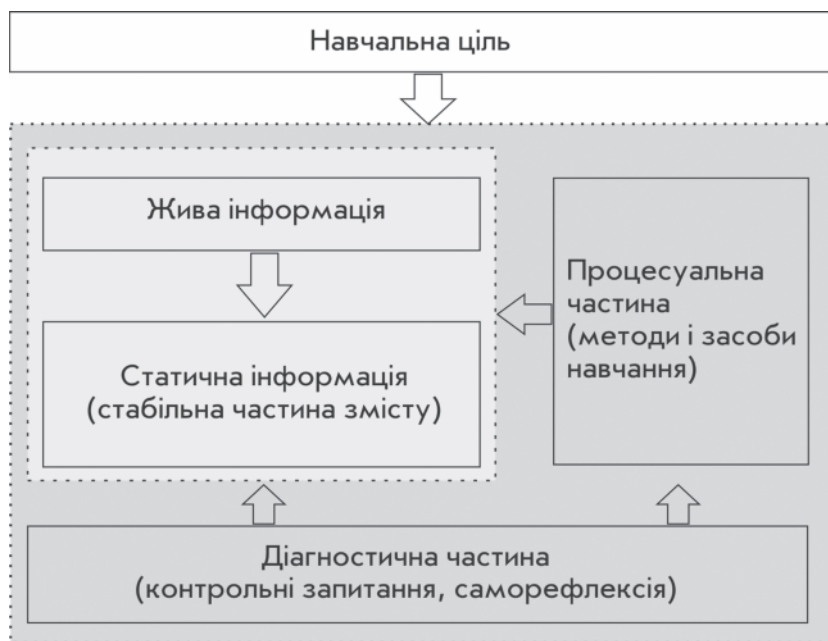


Рис. 2.2. Модель інформаційного навчального елемента

Які властивості повинен мати інформаційний навчальний елемент з позиції як астрономії, так і педагогіки, оскільки він є їх міжпредметним утворенням? До таких властивостей відносимо,

на нашу думку, три найважливіші: а) науковість; б) актуальність; в) доступність. Немає сенсу пояснювати вказані категорії, адже вони очевидні. Без цих властивостей інформаційний навчальний елемент втрачає ознаки освітнього продукту, позбуваючись за своїм змістом і формою визначення «навчальний», і стає просто інформаційним елементом.

З огляду на особистісно зорієнтований підхід до навчання виникає потреба задати у змісті особистісний компонент, що забезпечує розвиток в учня здатності до рефлексії, самопізнання, оволодіння способами саморегуляції, самовдосконалення, морального самовизначення і формує його життєву позицію. Якщо характеризувати особистісно-орієнтоване навчання з погляду змісту, обов'язковим його компонентом, окрім особистісного, когнітивного та діяльнісно-творчого, має бути, зокрема на думку Є.В. Бондаревської¹⁹, ще й аксіологічний. Його завдання — вводити учнів у світ цінностей і допомагати їм у виборі особистісно-значущої системи ціннісних орієнтацій.

Методи навчання. Шкільна освіта оперує великою кількістю методів навчання, які ще донедавна використовували головно з метою засвоєння інформації. Нині потрібні методи, які б давали змогу: а) формувати самостійну, ініціативну й активну поведінку учнів у процесі навчання; б) розвивати мислення та пізнавальні інтереси учнів; в) реалізовувати принцип взаємозв'язку навчання та його результатів з життям; г) формувати компетентності.

Універсального методу навчання не існує. Навчальний процес — це майже завжди композиції методів з урахуванням конкретних цілей, умов і обставин навчання. Як зазначає О.М. Новіков, «у практиці навчання мають місце всі методи, які стосуються усіх без винятку історичних типів організаційної культури»²⁰. Водночас, на думку відомого російського дидактика, наприклад, репродуктивні чи догматичні методи у старшій школі будуть поступатися місцем методам, що відповідають більш пізнім типам організаційної культури.

¹⁹Бондаревская Е. В. Гуманистическая парадигма личностно-ориентированного образования / Е. В. Бондаревская // Педагогика. — 1997. — № 4. — С. 11—17.

²⁰Новиков А. М. О развитии методических систем [Електронний ресурс] // Сайт академіка РАО Новікова О.М. — Текст. дані. — Режим доступу : http://www.anovikov.ru/artikle/met_sys.htm (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

До методів, які доцільно застосовувати під час викладання астрономії, ми відносимо *діяльнісний метод*, основою якого у класичному розумінні є розв'язування задач, а для курсу астрономії радше йдеться про вирішення навчальних завдань. Важливою у зв'язку з цим є думка Д.Б. Ельконіна про те, що «основна відмінність навчального завдання від усяких інших завдань у тому, що його ціль і результат полягають в зміні суб'єкта, який розв'язує завдання, а не в зміні предметів, з якими діє суб'єкт»²¹.

У разі застосування *методу проблемного навчання* виникає потреба у створенні проблемної ситуації для учнів. Проблемними завданнями можуть бути запитання, навчальні задачі, практичні ситуації. Проблемний підхід дозволяє стимулювати в учнів пізнавальний інтерес, пізнавальну потребу, мотивувати їхню навчальну діяльність і, як підсумок, — досягати ними пізнавальної активності різного рівня (відтворення, інтерпретації, творчої).

У руслі організації навчання як діяльності лежить широко поширений нині в освіті *метод проектів*. Процес проектування розглядають як усвідомлену й цілеспрямовану поетапну діяльність, що закінчується створенням певного продукту. Особливістю такого продукту є те, що це не просто результат діяльності, а створення образу майбутнього, задуманого й передбаченого учнем. Метод проектів передбачає наявність проблеми, що має зазвичай практичний характер і яку розв'язують у процесі організованого виконання різних видів діяльності.

Зазначимо, що метод проектів є розвитком ідей проблемного, а отже, й розвивального навчання. Його використання створює умови для зміни видів навчальної роботи, допомагає уникати одноманітності освітнього середовища та монотонності навчального процесу. Зрештою не є таємницею те, що компетентнісний підхід в освіті можна реалізувати лише через навчальну діяльність.

У питанні добору й застосування методів навчання головним є те, що будь-який з них, як і їх сукупність, має відповідати дидактичній цілі, змісту навчального матеріалу й можливостям конкретних учнів до його засвоєння.

²¹Ельконин Д. Б. Психическое развитие в детских возрастах: избранные психологические труды / Д. Б. Эльконин. — М.: Институт практической психологии; Воронеж: НПО МОДЭК, 1997. — 416 с.

Форми організації навчального процесу. Окрім уроку, який у сучасній школі є основною формою навчання, та лекції, однієї з можливих форм навчання астрономії на профільному рівні, бажано застосовувати й інші форми організації навчального процесу. До них відносимо: семінар — практичне заняття всього класу; спостереження — практичне заняття із застосуванням оптичних приладів, виконання експериментального дослідження, наприклад отримання спектру Сонця з допомогою простих у виготовленні приладів; екскурсія в обсерваторію (заздалегідь підготовлена й така, що має конкретні навчальні цілі); відвідування планетарію; групові або індивідуальні консультації з учителем з окремих питань чи навчальних тем, які проводять з ініціативи учителя або на прохання учнів.

Учитель може практикувати інші форми організації навчального процесу, зважаючи на особливості конкретного класу, школи, її оснащення й навіть територіального розміщення. Ідеться про ігрові, групові (командні) та індивідуальні форми навчання із залученням інформаційно-комунікаційних технологій.

Засоби навчання. Основним засобом навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі залишається підручник, якому ми відводимо центральне місце у процесуальному блоці нашої методичної системи. Досвід створення підручників і навчальних посібників свідчить, що вони мають бути орієнтовані на самостійну навчальну роботу учня, а також містити навчальний матеріал різних рівнів складності. Це дозволить забезпечити як певну варіативність змісту, так і притаманні для кожного конкретного учня темп й режим роботи з підручником.

Як на наш погляд, усі підручники астрономії для старшої школи, що діяли раніше і які є чинними нині, переобтяжені навчальною інформацією. Перед учителем постає завдання не лише дібрати потрібний матеріал з підручника, але й забезпечити індивідуальний підхід до зменшення навантаження кожного конкретного учня під оглядом його можливостей в опануванні астрономії.

Один із шляхів зменшення навантаження учнів, який ми рекомендуємо вчителю, — посилити їхню самостійну пізнавальну діяльність, зважаючи на природні здібності, схильність до навчання

(самостійні роботи і проекти, написання рефератів тощо). Важливо, щоб результати таких самостійних робіт були учнем захищені в класі чи перевірені вчителем, приміром у тестовому режимі. Потрібно домогтися того, щоб самостійні роботи учні виконували справді самостійно.

Навантаження можна зменшити також, завдяки ширшому використанню емоційно-образного (сьогодні ж основою є вербальний раціонально-логічний) способу передачі та сприйняття навчального матеріалу засобами мультимедіа, комп'ютерної підтримки, сучасних технічних засобів навчання.

Психолого-педагогічні дослідження особливостей сприйняття людиною інформації вказують на те, що найвища якість засвоєння інформації досягається за умови поєднання словесного викладу матеріалу й використання засобів наочності, що дають можливість візуально подати інформацію для засвоєння. З'ясовано, що наочний матеріал є зовнішньою опорою внутрішніх дій учня у процесі оволодіння знаннями.

Засоби наочності поділяють на такі типи: натуральна, образно-знакова, об'ємно-образна й умовно-знакова наочність. З очевидних причин натуральну наочність у процесі навчання астрономії використовують дуже рідко, але всі інші типи наочності під час викладання можуть бути використані. Учитель має володіти навичками застосування засобів унаочнення, методично грамотно добирати їх, зважаючи на конкретні навчальні цілі, яких він планує досягти разом з учнями на кожному уроці чи його певному етапі.

Отже, у взаємодії учнів і вчителя, а також учнів між собою, їхньої роботи з джерелами астрономічної інформації, відбувається реалізація процесуально-діяльнісного компонента методичної системи. При цьому найважливішою умовою здійснення діяльності як учителя, так і учнів є засоби навчання — унаочнення реальних астрономічних об'єктів, астрономічні спостереження, підручники, навчально-методичні посібники, довідники тощо.

Визначення результатів навчання — невід'ємна й дуже важлива складова методичної системи. Важко говорити про навчання як таке, не знаючи про його результати. Докладніше про це ідеться у розділі 3 (п. 3.1.5), а тут означимо лише принципові його складові. Один із принципів — *порівнювати успіхи учня з його колишніми досягненнями, а не з досягненнями однокласників*. В основі такого

підходу лежать очевидні речі. Учні з огляду на об'єктивні й суб'єктивні причини організовують свій навчальний процес по-різному, не однаково виконують одну й ту саму навчальну роботу. Тому доцільно дати можливість кожному учневі як навчатися, так і звітувати про результати навчання у найзручніший для нього спосіб. Завдяки цьому можна формувати об'єктивну самооцінку, а вона спонукає учня до самовдосконалення. Якщо учень бачить своє просування в опануванні навчального предмета, це його стимулює не зупинятися на досягнутому й рухатися далі у навчанні.

Застосування цього принципу вимагає від учителя слідкувати за розвитком пізнавальних здібностей учня, наприклад шляхом моніторингу. За таких умов вчитель не запропонує учневі непосильне за змістом й нецікаве за формою завдання. Кожен учень навчатиметься на доступному для нього рівні. Все це забезпечує важливу складову процесу навчання, яку називають принципом *успішного навчання*. Вважаємо, що навчання астрономії маємо розглядати з позиції досягнення успіху кожним учнем.

2.2. Принципи побудови курсу астрономії в старшій школі та особливості навчання на різних освітніх рівнях

Астрономічна освіта має давні традиції, а тому існують установлені погляди на те, якими мусять бути її окремі складові, наприклад зміст, методи й засоби навчання тощо. Зрозуміло, що з часом ці погляди зазнавали змін, чому сприяли як розвиток астрономічної науки, так і нові підходи до організації освіти.

Серед компонентів астрономічної освіти, які хоча і змінювалися від однієї історичної епохи до іншої, але завжди еволюційно, ми виділяємо курс астрономії як такий. Навчальний предмет у своєму розвитку чітко слідував за розвитком науки: розширювала астрономія межі дослідженого Всесвіту чи відкривала нові космічні об'єкти — все це згодом ставало змістом курсу астрономії. Він був своєрідною копією своєї науки.

Багато хто й нині, а надто астрономи-професіонали, розуміє його саме так. Сприйняття навчального предмета як дидактично опрацьованого образу науки також не виводить його за рамки традиції. Однак зміни, які відбуваються нині в освіті, об'єктивно

підводять до усвідомлення того, що поняття навчальний предмет треба визначати інакше — *це цілісна частина змісту освіти, дібрана й структурована на підставі психолого-педагогічних теоретичних і практичних положень і яка виконує притаманні лише їй функції у процесі навчання.*

Таким чином, у нашому нинішньому розумінні навчальний предмет астрономія — це не зменшена копія науки і навіть не її образ, а система астрономічного знання, яку створено для цілком певних освітніх цілей. Таке уявлення є наслідком цілком зрозумілих об'єктивно зумовлених причин. По-перше, у наш час, коли обсяг наукової інформації нестримно наростає, стає все важче й важче в короткий за часом курс астрономії вкласти всі набуті астрономічною наукою знання. І навіть якби часу було більше, це не вирішило б проблему. Вона виникла не сьогодні, її чітко зафіксували методисти й дидактики в 60-х роках минулого століття (очевидне пояснення — від початку космічної ери астрономія стала всесхвильовою наукою, а тому різко зріс обсяг наукових даних, які вона стала отримувати). По-друге, змінилися пріоритети освіти. Головне завдання — розвивати кожну дитину на підставі її природних здібностей і внутрішніх мотивів. Навчальні предмети відтепер не ціль, а засіб. Не основи наук мають бути опановані учнем, а його розвиток як неповторного індивіда мусить бути забезпечений через опанування ним основ наук, зокрема й астрономії.

Отже, з одного боку, великий масив інформації, з якої потрібно дібрати ту, що стане змістом навчального предмета, а з другого, переорієнтація освіти з такої, що *формує* знання, уміння й навички, на таку, що *розвиває* кожного учня й вчить його використовувати на практиці набуті компетентності, — ставлять завдання визначити нові принципи побудови шкільного курсу астрономії.

Особистісно зорієнтована освіта стає реальністю — це об'єктивний факт, підтверджений великою кількістю педагогічних праць, присвячених цьому питанню. Для побудови курсу астрономії у старшій загальноосвітній школі треба орієнтуватися у принципах, на яких ґрунтується особистісно-орієнтоване навчання. Не вдаючись до аналізу цих принципів, візьмемо до уваги,

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

наприклад, думку Є.С. Полат, яка вважає, що в основі особистісно-орієнтованого навчання лежать принципи гуманістичного напрямку в філософії, психології та педагогіці²².

Сучасна педагогічна наука вважає пріоритетами гуманізацію освітнього середовища й перехід від інформаційної моделі навчання до особистісно-орієнтованої, що значною мірою спирається на ідеї діяльності. Зрозуміло, така модель навчання вимагає не лише нових форм організації навчального процесу, але й нових підходів до побудови змісту навчальних предметів.

В основу побудови курсу астрономії для старшої загально-освітньої школи усіх освітніх рівнів ми покладемо культурологічну модель змісту освіти, яку розробили В.В. Краєвський та І.Я. Лернер²³. Згідно з їхньою моделлю, освіта — це освоєння особою елементів культури. Людина не лише розвиває себе за рахунок освоєної нею культури, але і вносить в культуру щось нове, тобто стає творцем нових її елементів. Продуктами творчості є знання, вміння, переконання, установки, творчі дії, тобто всі елементи культури.

Згідно з культурологічною моделлю, компонентами змісту навчального предмета «Астрономія» мають бути: досвід пізнавальної діяльності, досвід творчої діяльності та емоційно-ціннісного ставлення. Потрібно також вказати на засоби засвоєння змісту, розвитку та виховання учнів. Звідси випливає, що модель навчального предмета, цілісна за визначенням, має два обов'язкових блоки: змістовий (інколи його називають основним) і блок засобів (або процесуальний). Перший блок — це зміст, який мають опанувати учні й на підставі якого в них будуть (це забезпечує другий блок) сформовані предметні компетентності, а загалом відбудеться розвиток і виховання учнів.

Як бачимо, навчальний предмет, побудований у рамках культурологічної моделі, значною мірою продовжує традиції знанневої

²²Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Под ред. Е. С. Полат. — М.: Изд. ц-р «Академия», 2002. — 272 с.

²³Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В. В. Краевского, И. Я. Лернера. — М.: Педагогика, 1983. — 352 с.

освітньої парадигми. На першому плані тут також наукові знання, а процес навчання спрямовано на забезпечення їх засвоєння. З одного боку, такий підхід є виправданим, адже, наприклад, формувати компетентності потрібно на якійсь основі, й такою основою тут є предметне знання. З другого боку, орієнтація на предметне (наукове) знання начебто «звужує простір» для запровадження особистісно зорієнтованої освіти. Адже в цьому разі найважливішим є не засвоєння формальних знань і навичок, а свобода самовиявлення учня, культивування його індивідуальності, творча самореалізація особистості, гуманність стосунків²⁴.

Сповідуючи ідею побудови курсу астрономії на основі культурологічної моделі й водночас позитивно сприймаючи особистісно зорієнтований підхід до організації процесу навчання, ми здавалося б зіштовхуємося з непереборною проблемою поєднання двох поглядів на сучасний курс астрономії у старшій загальноосвітній школі. Проблема справді існує, але ми вважаємо, що її можна подолати принаймні за двох умов: по-перше, добору такого змісту навчального предмета, що уможливує широку диференціацію процесу навчання, і, по-друге, максимального врахування психолого-когнітивних особливостей кожного учня.

На специфіку змісту навчального предмета, побудованого в такий спосіб, вказує І.М. Осмоловська²⁵. З огляду на її ідеї в особистісно-орієнтований курс астрономії варто включати більше матеріалу, що задає смислові орієнтири у навчанні, тобто вказує й роз'яснює особистісну значимість того, що вивчає учень. Потрібно надати учневі більше свободи (можливостей вибору) у процесі опанування навчального предмета. Ідеться про вибір матеріалу, який вивчають, вибір завдань і тем творчих робіт тощо. Треба розуміти — найважливішим у навчанні є результат, досягнення навчальної цілі, а не процес навчання, який для кожного учня має бути особистісно-орієнтованим. Доцільно включити у зміст навчального предмета гуманітарну складову (роль науки в

²⁴Зміст сучасної шкільної освіти: дидактичний аспект / О. К. Корсакова, С. Е. Трубачева. — К.: ФАДА, ЛТД, 2003. — 56 с.

²⁵Осмоловская И. М. Представление об учебном предмете в современной дидактике / И. М. Осмоловская // Инновации в образовании. — 2008. — № 11. — С. 31—42.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

культурному розвитку суспільства, вплив суспільства на науку, розкриття особистісних сторін наукової творчості тощо).

Зважаючи на культурологічну модель змісту освіти, ми висловили ідею й обґрунтували підхід до розуміння не окремо взятого астрономічного знання чи астрономічної картини світу, а їх подання як цілісного, системного утворення, що пронизує історію нашої цивілізації і є суттєвою складовою культури. Таку систему ми називаємо «Астрономія культури»²⁶.

Розглядаючи питання принципів побудови курсу астрономії, важливо врахувати думку А.В. Хуторського про те, що «навчання й розвиток людини пов'язані з її творчістю: розвивається лише той, хто створює і творить нове (для себе або для інших), хто виходить за рамки визначеного, реалізує потенційні можливості свого внутрішнього світу»²⁷. Ми відносимо цю ідею до засадничих для побудови методичної системи навчання астрономії.

Перед тим як сформулювати принципи побудови курсу астрономії у старшій загальноосвітній школі, розгляньмо, зважаючи на сказане вище, яким він мусить бути в загальних рисах.

Курс астрономії має в доступній для учнів формі відображати всі основні розділи астрономічної науки, розкривати суть наукового методу дослідження Всесвіту, показувати розвиток людини у процесі пізнання природи та внесок астрономії в культуру. З огляду на малу кількість навчальних годин, відведених на курс астрономії, пам'ятаючи про те, що це не копія науки, ми в основу структури зазначеного курсу покладаємо принцип *переходу від загального до конкретного*. Це означає, що найперше мають бути розглянуті питання загального характеру, наприклад: спершу поняття «зоря», а потім різні типи зір, їхні особливості тощо.

Окрім цього, в основі навчального предмета має лежати низка відомих у педагогіці ідей, які ми інтерпретували з огляду на курс астрономії і які розглядаємо як принципи його побудови.

²⁶Крячко І. П. Астрономія культури [Електронний ресурс] // Астроосвіта : [сайт]. — Текст. і граф. дані. — К.: 2008—2016. — Режим доступу: http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/astro_kultura.pdf (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

²⁷Хуторской А. В. Современная дидактика: Учебник для вузов / А. В. Хуторской. — СПб. : Питер, 2001. — 544 с.

Ідея цілісності (курс логічно завершений — містить матеріал з усіх розділів астрономії).

Ідея наступності (зміст курсу враховує підготовку, отриману учнями в базовій школі, зокрема під час вивчення природознавства).

Ідея варіативності (курс диференційовано за рівнями складності — базовий, що відповідає вимогам освітнього стандарту, а також академічний і профільний).

Ідея генералізації (провідними елементами курсу є «вузли» змісту, що відображають головні розділи сучасного астрономічного знання).

Ідея гуманізації та гуманітаризації (формування і виховання особистості та гуманітарна складова астрономічної науки як важливе завдання і суттєвий елемент навчального предмета).

Ми також виділяємо найхарактерніші підходи до побудови курсу астрономії:

- системний (дозволяє добирати зміст навчального предмета під оглядом ідеї поступального розвитку особистості учня);
- методологічний (в його основі — науковий метод пізнання, особливості якого розкриває історико-науковий матеріал);
- діяльнісний (передбачає практичні роботи, виконання проєктів тощо);
- модульний (структурування навчального матеріалу, варіативність навчання);
- індивідуальний (навчання за інтересами, потребами, здібностями і схильностями кожного окремого учня);
- компетентнісний (орієнтація на застосовування отриманих знань і навичок на практиці під час вирішення життєво важливих завдань).

Принципи побудови курсу астрономії не визначені раз і назавжди, вони є історично обумовленими. Як приклад — гострі дебати в середині 70-х років минулого століття на сторінках журналу «Земля и Вселенная» щодо низки питань, пов'язаних з курсом астрономії в «школі майбутнього»²⁸. Окремі методисти тоді пропонували, «що не лише пояснювальна записка, але й сама програма шкільного курсу мають бути глибоко партійним документом...»²⁹.

²⁸Кононович Э. В. Принципы построения курса астрономии в школе будущего / Э. В. Кононович // Земля и Вселенная. — 1976. — № 4. — С. 79—80.

²⁹Принципы построения программы по астрономии / В. В. Радзиевский [и др.] // Земля и Вселенная. — 1976. — № 6. — С. 54—58.

Пам'ятаємо ми і про вимогу «виховувати войовничих атеїстів». Це було в нашій історії, в курсі астрономії, що існував у радянській середній школі.

Особливості навчання астрономії на різних освітніх рівнях. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, затверджений Кабінетом Міністрів України у 2011 р., вказує на те, що зміст освіти й вимоги до його засвоєння у старшій школі диференціюються за базовим і профільним рівнями.

Навчати старшокласників доцільно як з урахуванням їх пізнавальних інтересів, так і подальших життєвих планів щодо вибору професії. Саме тому модернізація старшої загальноосвітньої школи пов'язана з організацією профільного навчання. З цього випливає, що навчання астрономії у старшій школі можливе на кількох освітніх рівнях — базовому, академічному та профільному.

Різні освітні рівні передбачають відмінності в цілях, змісті та методичному забезпеченні. Пріоритетними цілями вивчення астрономії на базовому та академічному рівнях є формування елементів астрономічної культури, наукового світогляду, розвитку мислення учнів. Для цього учнів потрібно знайомити з головними ідеями, поняттями й законами сучасної астрономії, її місцем у культурі, взаємозв'язками науки і практики. Натомість на профільному рівні пріоритет надається науковим знанням, методам наукових досліджень, формуванню наукового мислення. У «згорнутому» вигляді суть цих категорій зводиться до поняття предметні компетентності.

Ми вважаємо, що відмінність у навчанні астрономії на різних освітніх рівнях визначає низка факторів, головні з яких методологічний та змістовий. Методологічні відмінності між курсом астрономії на базовому, академічному та профільному рівнях ми розглянули в розділі 1 (п. 1.2). Змістові відмінності видно з порівняння (див. табл. 2.1 на с. 71—72) навчальних тем, включених до програм курсу астрономії рівня стандарту й академічного рівня та профільного рівня.

Таблиця 2.1

Порівняльна таблиця навчальних програм з астрономії

Базовий та академічний рівень	Профільний рівень
Перелік тем навчальної програми	Перелік тем навчальної програми
Тема 1. Предмет астрономії. Її розвиток і значення в житті суспільства. Короткий огляд об'єктів дослідження в астрономії. Тема 2. Основи практичної астрономії. Тема 3. Методи та засоби астрономічних досліджень. Тема 4. Сонячна система. Тема 5. Сонце — найближча зоря. Тема 6. Зорі. Еволюція зір. Тема 7. Наша галактика. Тема 8. Будова й еволюція Всесвіту. Тема 9. Життя у Всесвіті.	Вступ. Предмет астрономії. Її розвиток і значення в житті суспільства. Розділ 1. Зоряне небо та рухи світил. Тема 1.1. Зоряне небо. Тема 1.2. Небесна сфера і добовий рух світил. Тема 1.3. Час та календар. Тема 1.4. Закони руху небесних тіл. Розділ 2. Методи та засоби астрономічних досліджень. Тема 2.1. Електромагнітне випромінювання небесних тіл. Тема 2.2. Засоби астрономічних досліджень. Тема 2.3. Методи астрономічних досліджень. Розділ 3. Сонячна система. Тема 3.1. Будова Сонячної системи. Тема 3.2. Планети Сонячної системи. Тема 3.3. Малі тіла Сонячної системи. Тема 3.4. Космогонія Сонячної системи та відкриття екзопланет. Розділ 4. Зорі. Тема 4.1. Узагальнені характеристики стаціонарних зір. Тема 4.2. Подвійні та нестационарні зорі. Тема 4.3. Сонце як зоря. Тема 4.4. Утворення та еволюція зір. Розділ 5. Галактична і позагалактична астрономія. Тема 5.1. Наша галактика. Тема 5.2. Галактики і Всесвіт. Тема 5.3. Утворення та еволюція Всесвіту. Тема 5.4. Можливість існування позаземного життя у Всесвіті. Інші всесвіти. Узагальнювальне заняття.
Практичні роботи	Практичні роботи
<i>Практична робота № 1</i> а) Робота з рухомою картою зоряного неба. Визначення положення світил на небесній сфері за допомогою карти зоряного неба (зоряного глобуса).	<i>Практична робота №1.</i> Робота з рухомою картою зоряного неба. <i>Практична робота №2.</i> Визначення максимальної різниці місцевого часу для шкільного подвір'я та класної кімнати.

Таблиця 2.1 (закінчення)

Базовий та академічний рівень	Профільний рівень
Перелік тем навчальної програми	Перелік тем навчальної програми
б) Екваторіальні системи небесних координат. Карта зоряного неба. в) Вивчення (спостереження) видимого зоряного неба.	<i>Практична робота №3.</i> Моделювання дії телескопа-рефрактора та підзорної труби за допомогою пари лінз. <i>Практична робота № 4.</i> Визначення параметрів зір з діаграми Герцшпрунга—Рессела. <i>Практична робота №5.</i> Визначення чисел Вольфа зі спостережень у шкільний телескоп чи зі знімків Сонця.

Процесуальний блок методичної системи навчання астрономії з огляду на зазначені програми потрібно будувати, зважаючи на освітні рівні. Найбільших змін зазнає, як видно з табл. 2.1, складова *зміст навчання*. Причому ці зміни пов'язані не так із розширенням кола питань (переліку тем), призначених для вивчення, як із поглибленням (деталізацією) навчального матеріалу.

На відмінності змісту курсу астрономії різних освітніх рівнів вказують навчальні елементи (див. табл. 2.2 на с. 73—74 і табл. 2.3 на с. 75—76), виділені нами шляхом структурного аналізу навчальних програм з урахуванням освітніх цілей. Загалом системно-структурний підхід до змісту навчального матеріалу, який спирається на кінцеві цілі навчання, дає змогу виявити найважливіші питання курсу астрономії і створити стійку систему навчальних елементів, що визначені не лише логікою астрономії як науки, але й психолого-педагогічними вимогами до викладання навчального предмета і процесом навчання в цілому.

І. Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

Таблиця 2.2

Ієрархія навчальних елементів курсу астрономії рівня стандарту та академічного рівня

Підсумкові навчальні елементи							
астрономія (1)	небесна сфера (2)	методи і засоби астрономії (3)	планетна система (4)	зоря (5)	міжзоряне середовище (6)	галактика (7)	Всесвіт (8)
Проміжні навчальні елементи							
система світу	всесвітній час	астроно- мічна обсерваторія	Місяць	Сонце	туманність	Галактика Молочний Шлях	космоло- гічне розши- рення
Космос	календар	телескоп	планета	цикл сонячної активності		квazar	закон Габбла
астроно- мічна одиниця	середній сонячний час	космічний апарат (КА)	екзопланета	геомагнітна буря			Великий Вибух
Націо- нальне космічне агентство України	сузір'я	автоматична міжпланетна станція (АМС)	астероїд	сонячна активність			прискорене розширення Всесвіту
астрологія	фази Місяця	реліктове випро- мінювання	Сонячна система	сонячно- земні зв'язки			антропний принцип
Уранія	добовий рух небесних світил	космічний корабель (КК)	метеор	сонячний спалах			однорід- ність Всесвіту
Гіппарх	затемнення небесного світила		метеорит	протозоря			
Птолемей Клавдій	Полярна зоря		комета	чорна діра			
Коперник Микола	світловий рік		кратер				
Галілей Галілео	кульмінація		планета- гігант				
Кеплер Йоган	рівнодення		карликова планета				
Бруно Джордано	сонце- стояння		планета земної групи				
Гершель Вільям	видима зоряна величина		супутник планети				
Габбл Едвін	екліптика						
	Зодіак						

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

Таблиця 2.2 (продовження)

Проміжні навчальні елементи							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	зоряна карта						
	меридіан						
	місцевий час						
	поясний час						
	небесне світило						
Тимчасові навчальні елементи							
астрометрія	захід небесного світила	ГАО НАН України	пояс астероїдів				модель гарячого Всесвіту
небесна механіка	схід небесного світила	Гринвіцька обсерваторія	метеорний потік				червоне зміщення
астрофізика	григоріанський календар	КрАО					
космологія	юліанський календар	Обсерваторія Мауна-Кеа					
гео-центрична система світу	гринвіцький меридіан	Паризька обсерваторія					
геліо-центрична система світу	місцевий меридіан	Стоунгендж					
Армстронг Ніл	Проксима Кентавра	КА «Січ»					
Браге Тіхо	зодіакальне сузір'я	АМС «Вега»					
Барабашов М.П.	сузір'я Великої Ведмедиці	АМС «Венера»					
Брауде С.Я.	сузір'я Малої Ведмедиці	АМС «Вікінг»					
Всех-святський С.К.	сузір'я Лева	АМС «Вояджер»					
Дрогобич Юрій	сузір'я Скорпіона	КК «Восток»					
	сузір'я Андромеди	КК «Аполлон»					

I. Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

Таблиця 2.2 (закінчення)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	сузір'я Оріона	Міжнародна космічна станція (МКС)					
	затемнення Місяця	радіо- телескоп					
	затемнення Сонця						

Таблиця 2.3

Ієрархія навчальних елементів курсу астрономії профільного рівня

Підсумкові навчальні елементи							
астрономія (1)	небесна сфера (2)	методи і засоби астрономії (3)	планетна система (4)	зоря (5)	міжзоряне середовище (6)	галактика (7)	Всесвіт (8)
Проміжні навчальні елементи							
Космос	сузір'я	телескоп	планета	Сонце	туманність	Галактика Молочний Шлях	Великий Вибух
система світу	небесне світло	радіо- телескоп	екзопланета	сонячна активність	космічний пил	населення Галактики	космо- логічна модель
шкала відстаней в астрономії	видимі рухи світил	приймач випро- мінювання	Сонячна система	цикл сонячної активності	міжзоряний газ	кулясте зоряне скупчення	однорід- ність Всесвіту
Міжнарод- ний астро- номічний союз (МАС)	небесні координати	астро- фотографія	планети земної групи	сонячно- земні зв'язки	космічні промені	розсіяне зоряне скупчення	нуклео- синтез
Українська астроно- мічна асоціація (УАА)	ефемериди	фраунго- ферів спектр	планети- гіганти	протозоря		зоряна асоціація	закон Габбла
Національне космічне агентство України	видима зоряна величина	спектрограф	карликові планети	нормальна зоря		габблів- ська класифі- кація галактик	космоло- гічне розши- рення
Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (NASA)	горизон- тальний паралакс	доплерівське зміщення спектральних ліній	супутники планет	подвійна зоря		квazar	Місцева група галактик

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

Таблиця 2.3 (закінчення)

Проміжні навчальні елементи							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Європейське космічне агентство (ЄКА)	річний паралакс	астро-фотометрія	Місяць	кратна зоря			скупчення галактик
Уранія	абсолютна зоряна величина	астроспектроскопія	припливи	гравітаційна рівновага			прихована маса
архео-астрономія	світність	інтерферометрія	кільця планет	діаграма Герцшпрунга—Рессела			великомасштабна структура Всесвіту
астрологія	екліптика	астроклімат	малі тіла Сонячної системи	еволюція зір			антропний принцип
Гіппарх	Зодіак	астрономічна обсерваторія	пояс Койпера	гарвардська класифікація зір			мульти-всесвіт
Птолемей Клавдій	затемнення небесного світила	реліктове випромінювання	пояс астероїдів				модель гарячого Всесвіту
Коперник Микола	зоряний час	гравітаційна взаємодія	астероїд				червоне зміщення
Галілей Галілео	середній сонячний час	гравітаційна лінза	комета				
Кеплер Йоган	тропічний рік	космічний апарат (КА)	метеорит				
Бруно Джордано	карта зоряного неба	автоматична міжпланетна станція (АМС)	кратер				
Гершель Вільям	астрономічний каталог	космічний корабель (КК)	метеори				
Габбл Едвін	фази Місяця		правило Тіціуса—Бодє				
	конфігурація планети		магнітосфера Землі				
	парад планет		радіаційні пояси				
	календар						
	закони Кеплера						
Тимчасові навчальні елементи (у цій таблиці не показані)							

Не вдаючися в суть процесу структурування навчального матеріалу, наведемо такий приклад. На базовому рівні розглядаємо навчальний елемент *зоря* як підсумковий, а навчальні елементи *протозоря* та *чорна діра* як проміжні. Тимчасових навчальних елементів немає. Тоді як на профільному рівні підсумковий навчальний елемент *зоря* пов'язаний з проміжними елементами *нормальна зоря*, *подвійна* і *кратна зоря*, а також тимчасовими — *білий карлик*, *нейтронна зоря*, *чорна діра*.

Отже, результатом процесу структурування є відповідь на запитання: якою мусить бути структура змісту і яка послідовність освоєння елементів цього змісту.

Якщо вчителеві потрібно виконати структурування змісту навчальної теми, то в цьому разі мають значення практичні форми реалізації принципів структурування та їх візуалізація у процесі безпосередньої роботи над змістом теми. Є різні форми наочного подання змісту і його структури, до яких, зокрема, відносять: матрицю зв'язків, граф навчальної інформації, її структурно-логічну схему, лист основного змісту навчального матеріалу та інші.

Відмінними для різних освітніх рівнів мають бути також складові *методи*, *форми* та *засоби* навчання процесуального блоку методичної системи.

Ми не розглядаємо це питання докладно (воно є доволі очевидним), а лише вказуємо на дві важливі особливості, які потрібно мати на увазі під час організації процесу навчання астрономії. На базовому й академічному рівнях — диференціювати, індивідуалізувати навчальний процес всередині одного класу, а на профільному — віддавати перевагу методам і формам, що сприяють розвитку самостійної навчальної діяльності учнів. Причому її можна виносити за рамки традиційної класно-урочної системи навчання. Маємо на увазі, наприклад, модульну організацію процесу навчання чи проектування індивідуальних навчальних планів для тих учнів, які проявляють підвищений інтерес до вивчення астрономії.

В ідеалі було б добре домогтися нелінійного процесу навчання, за якого учень має можливість сам вибудовувати свій освітній маршрут, а отже, цілком свідомо брати участь у навчанні за підтримки вчителя й відповідати за результати навчання найперше перед самим собою.

Незважаючи на вказані відмінності, є й загальне, притаманне усім рівням, навчання астрономії. Це формування в учнів предметних компетентностей на основі опанування певного обсягу астрономічних знань, формування астрономічної культури, озброєння учнів методами наукового пізнання. Щодо останнього, то це важливе завдання курсу астрономії, адже методи астрономічної науки хоча й широко відомі, але мають специфіку застосування, зважаючи на те, що об'єкти пізнання перебувають відносно далеко за межами Землі. Учні мають зрозуміти, як астрономи змогли дізнатися про природу небесних тіл, не маючи змоги досліджувати їх у земних лабораторіях. Знайомство з методами астрономічних досліджень — хороша нагода показати силу людського розуму, його здатність пізнавати те, що здавалося б земляни ніколи не зможуть дослідити. Важливо також вказати на відмінності астрономічних методів від тих, які використовує, наприклад, астрологія. Тільки той учень, в якого сформоване наукове мислення, раціонально-критичний погляд на довкілля й діяльність в ньому людини, зможе відрізнити наукові методи пізнання від ненаукових, усвідомити проблеми, пов'язані з пізнанням Всесвіту.

Під час викладу навчального матеріалу вчитель має показати учням астрономію як систему знань, що постійно перебуває в розвитку. Для цього потрібно знайомити учнів з історичними фактами, що вказують на основні, найважливіші етапи розвитку астрономічного знання. Не варто уникати розповідей про помилкові наукові ідеї та погляди на будову Всесвіту. На таких прикладах доцільно показувати непростий шлях науки до знань про довкілля, до істини, яку потім ще будуть уточнювати майбутні покоління науковців. Потрібно сформувати в учнів уявлення про науку, яка постійно перебуває у пошуку нового знання, якій абсолютно не властивий догматизм і застій в ідеях, теоріях, методах пізнання природи.

Орієнтація курсу астрономії на формування в учнів як базових, так і предметних компетентностей, задає іншу, у порівнянні зі знанневим підходом до освіти, логіку організації навчального процесу. Важливою його складовою має бути вирішення учнями завдань і проблем навчального та навчально-практичного змісту. Працювати над ними учень може не лише індивідуально, але й у складі групи чи класу в цілому.

Таким чином, перед учителем, який викладає курс астрономії, поставлено завдання мати основним результатом освітнього процесу компетентність учнів. Для цього вчитель мусить організовувати роботу учнів під час занять так, щоб мотивувати їх до виконання тієї чи іншої навчальної діяльності.

Чи вимагає особистісно зорієнтований процес навчання різних підходів на базовому, академічному і профільному рівнях? Не бачимо інших відмінностей, окрім тих, що розглянуті вище. Тут, на наш погляд, найважливішим є те, що на всіх освітніх рівнях вчитель мусить застосовувати прийоми роботи з особистісною сферою молодшої людини. Вони мають дозволити вчителю «реалізовувати три базові принципи: вплив на особистісну сферу учня можливий лише в умовах *діалогу* з ним; через входження в контекст його *власних проблем*, їх адекватну інтерпретацію; за дотримання принципу *свободи*, коли учень максимально приймає допомогу, яку йому пропонує вчитель»³⁰.

2.3. Добір змісту навчального матеріалу, його генералізація та понятійне ядро курсу астрономії

Зміст астрономічної освіти є актуальною проблемою упродовж усієї історії викладання астрономії в навчальних закладах різних країн світу. Якщо звузити географічні й часові межі, то, наприклад, у колишньому Радянському Союзі протягом ХХ ст. принаймні тричі (у 20-х, 30-х і 60-х роках) ухвалювали рішення щодо цього питання.

У сучасній українській державі питанню змісту астрономічної освіти приділяли увагу відомі педагоги-астрономи й дидакти Ю.В. Александров, О.І. Бугайов, М.В. Головка, І.А. Климишин, І.К. Коваль та ін.

Однак зміст астрономічної освіти розглядали головню в руслі навчальних програм, що склалися історично на кінець ХХ ст., чи, як О.І. Бугайов, у руслі інтегрованого курсу «Фізика і астрономія».

³⁰Калинникова Н. Г. Личностно-ориентированные технологии в теории и практике педагогического образования / Н. Г. Калинникова // Знание. Понимание. Умение. — 2007. — № 1. — С. 23—31.

Наукових праць з розглядом питання добору змісту астрономічної освіти як на рівні загального теоретичного представлення, так і навчального предмета чи навчального матеріалу до виходу наших робіт не було.

Водночас, як зауважує багато хто з дидактів, педагогів, освітян, нині головне завдання — знайти шляхи освоєння якісно іншого «модернізованого» змісту освіти, принципово інакше організувати процес навчання, приділивши особливу увагу ціннісним аспектам освіти, її гуманістичній спрямованості³¹. Особливої актуальності проблема формування змісту набуває ще й тому, що українська старша школа переходить на профільну структуру, а це вимагає вирішення питання змісту навчального матеріалу на різних освітніх рівнях.

Оскільки зміст освіти є похідним елементом від здобутків суспільства на цілком певному історичному етапі, то питання теорії змісту освіти належать до постійних проблем дидактики. Зазначеній проблематиці присвячені роботи О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, В.В. Краєвського, В.С. Ледньова, І.Я. Лернера, О.І. Ляшенка, А.В. Хуторського та ін. Кількість робіт з питання добору змісту освіти зросла, коли зайшла мова про диференціацію, а особливо після того, як питання профілізації освітнього процесу перейшло у стадію реалізації.

Нині педагогіка розглядає декілька дидактичних концепцій добору змісту освіти, що є похідними від загальних підходів до організації освіти в цілому. Зокрема, А.В. Хуторський вважає, що в разі особистісно зорієнтованого підходу до навчання під змістом треба розуміти дві складові — зовнішню і внутрішню. Зовнішній зміст характеризує освітнє середовище, яке пропонують учневі для забезпечення умов його розвитку. Внутрішній зміст освіти — це зміст, що є атрибутом учня, який його опановує³². Важливо, і на це вказує Хуторський, що внутрішній зміст освіти учня ніколи не є простим відображенням зовнішнього, бо створюється на

³¹Олешков М. Ю. Содержание образования: проблемы формирования и проектирования / М. Ю. Олешков // Педагогика. — 2004. — № 6. — С. 31—38.

³²Хуторской А. В. Методологические основы проектирования образования в 12-летней школе [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Эйдос»: [сайт]. — Центр дистанційної освіти «Эйдос». — Текст. і граф. дані. — М.: 1998—2015. — Режим доступу: <http://www.eidos.ru/journal/2000/0530-01.htm> (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

основі особистого досвіду учня, в результаті його власної діяльності. Отже, окрім розкриття зовнішнього змісту освіти, учитель має організувати навчальну діяльність учня так, щоб відбувалося формування і його внутрішнього освітнього змісту.

У нинішніх освітніх реаліях знаходить подальший розвиток культурологічна концепція змісту освіти, про яку йшлося в п. 2.2. Згідно з нею освіту розглядають як засвоєння людиною елементів культури. Ці елементи має відображати сукупний досвід людини з чотирьох складових: пізнавальної діяльності (знання), репродуктивної діяльності (уміння і навички), творчої діяльності й емоційно-ціннісного ставлення до світу, себе самої, своєї діяльності.

Автори культурологічної концепції вважають, що формувати зміст освіти доцільно на п'яти рівнях. При цьому на всіх рівнях структуру змісту мають складати знання, уміння і навички, а також способи діяльності. На першому (допредметному) рівні зміст освіти — це загальна теоретична побудова, що дає уявлення про склад (елементи), структуру (зв'язки між елементами) і функції соціального досвіду в його педагогічному трактуванні. Другий рівень — рівень навчального предмета, де обов'язково потрібно врахувати логіку науки, суміжну реальність, умови перебігу й закономірності самого процесу навчання (зважаючи на індивідуальні, вікові та інші особливості учнів). На третьому рівні (рівень навчального матеріалу) набувають наповнення елементи змісту, визначені на першому й подані на другому рівнях у формі, специфічній для кожного навчального предмета. Ідеться про конкретні знання, уміння, навички, а також про пізнавальні завдання, вправи, які складають зміст підручників, задачників, допоміжних та інших матеріалів для учнів і вчителів. На четвертому рівні відбувається матеріалізація змісту, який тепер існує не в проєкті, а в реальній педагогічній дійсності. П'ятий рівень змісту освіти — результат навчання (діяльності) кожного учня.

Питання змісту астрономічної освіти на рівні навчального предмета розглядали відомі російські дидакти астрономії Є.П. Левітан³³ і О.Ю. Румянцев³⁴, а у вітчизняній педагогічній науці

³³Левітан Е. П. Какой должна быть школьная астрономия? / Е. П. Левитан // Земля и Вселенная. — 1965. — № 1. — С. 78–81.

³⁴Румянцев А. Ю. Методика преподавания астрономии в средней школе. [Електронний ресурс] // Астронет [сайт]. — Текст: і граф. дані. — Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1177040> (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

цій темі присвячено кілька наших робіт (наприклад Крячко І. П. Дидактичні принципи відбору змісту навчального матеріалу курсу астрономії / І. П. Крячко // *Фізика та астрономія в школі*. — 2010. — № 6. — С. 26—29). Зміст астрономічної освіти, як і зміст освіти в цілому, — категорія цивілізаційно-історична (йдеться про суспільне замовлення на рівень знань). Проте основним визначальним чинником для нього були і є астрономічні знання, накопичені людством на якийсь певний момент його розвитку.

З огляду на це, зміст астрономічної освіти є мінливим, динамічним. Його можна означити як процес. Звідси випливає, що зміст освіти у принципі неможливо зафіксувати «раз і назавжди». Це перше, що потрібно мати на увазі, розглядаючи питання змісту навчального предмета «Астрономія» у профільній школі. Другим, важливим для питання добору змісту астрономічної освіти, чинником є співвідношення астрономії як науки і як навчального предмета. Нинішній зміст курсу астрономії в обов'язковому порядку має відображати стан астрономічної науки, а також якимось чином (бажано обумовити це з позиції дидактики) реагувати на її нові здобутки. Адже астрономія нині розвивається швидко, а її окремі відкриття мають фундаментальний характер, докорінно змінюючи уявлення людини про довкілля.

Водночас, розглядаючи питання змісту, потрібно чітко дотримуватися встановленої в дидактиці істини: курс астрономії — не дзеркальне відображення астрономії як науки і навіть не її зменшена копія. Це є друга особливість, на яку варто зважати у процесі добору змісту курсу астрономії.

Суть зазначеної проблеми зводиться до пошуку відповіді на питання: як трансформувати наукову інформацію, отриману в результаті досліджень, у певний навчальний предмет? Ми поділяємо думку В.В. Краєвського про те, що головний орієнтир для розробки навчального предмета — не логіка науки, а логіка навчального процесу і найперше — умови перебігу й закономірності процесу навчання³⁵. Але вважаємо, що найоптимальнішим є підхід, за якого в навчальному предметі збалансовані як логіка науки, так і логіка педагогічного процесу.

³⁵Краевский В. В. Чему учить? / В. В. Краевский // *Вопросы образования*. — 2004. — № 3. — С. 5—23.

Як відомо, перетворення наукового змісту в дидактичний відбувається шляхом аналізу, синтезу й дидактичних спрощень. Точка відліку в цій роботі — Державний стандарт базової і повної середньої освіти. Виникає потреба уточнити, що саме в матеріалі науки потрібно взяти для досягнення певної дидактичної мети та яким чином треба опрацювати науковий матеріал, щоб перетворити його на зміст навчання.

Ми вважаємо, що у процесі добору змісту астрономічної освіти для загальноосвітніх навчальних закладів визначальними мають бути мета і цілі навчання астрономії. Адже цілі навчання є головною дидактичною категорією, що пов'язує в єдину систему компоненти навчально-виховного процесу. І це — третій важливий момент, який потрібно врахувати.

Добір змісту курсу астрономії для базового й академічного рівнів доцільно здійснювати на основі культурологічної концепції, а для профільного рівня — на основі поєднання науково-фундаментального й методологічного підходів. Їх суть полягає в тому, що зміст навчальних матеріалів добирають за логікою відповідної науки і розкривають його у науково-дослідному контексті.

Зміст курсу астрономії (для всіх освітніх рівнів) потрібно формувати на основі загальних дидактичних принципів. У педагогічній літературі зустрічаємо різні їх варіанти, зокрема й для «підвищеного рівня профільної освіти» чи «спеціальні принципи формування змісту освіти для різних галузей»³⁶.

На наш погляд, зазначені в педагогічних джерелах дидактичні принципи можна звести до трьох основних, які для мети добору змісту курсу астрономії ми формулюємо як: а) принцип відповідності змісту освіти (всіх його елементів і на всіх рівнях його побудови) рівню сучасної астрономічної науки; б) принцип поєднання змістової і процесуальної сторін навчання; в) принцип структурної єдності та збалансованості компонентів змісту освіти на різних рівнях його формування з урахуванням розвитку і становлення особистості учня.

Зміст курсу астрономії потрібно добирати з огляду на загальнодидактичні критерії, сформульовані Ю.К. Бабанським, І.Я. Лернером, М.М.Скаткіним та ін. Це критерії: 1) високого наукового і практичного

³⁶Хисматуллина Л. Я. Педагогика школы / Л. Я. Хисматуллина. — Самара: Самар. ун-т., 2000. — 227 с.

значення змісту; 2) відповідності складності змісту навчального матеріалу віковим можливостям учнів; 3) відповідності виділеному навчальним планом часу на вивчення змісту; 4) відповідності змісту наявній навчально-матеріальній та методичній базі освітніх закладів.

Процедура добору змісту вимагає конкретизації цих загально-дидактичних критеріїв. За прикладом О.К. Корсакової та С.Е. Трубачової, які пропонують виділити критерії відповідності, достатності і пріоритетності, ми для цілей формування змісту курсу астрономії вважаємо принциповим:

а) відповідність змісту астрономічному компоненту Державного стандарту базової й повної середньої освіти з урахуванням обов'язкового мінімуму змісту навчання з освітньої галузі «Природознавство» та передбачуваних результатів навчання на різних освітніх рівнях;

б) достатність обсягу навчального матеріалу, зважаючи на дидактичні цілі курсу астрономії різних освітніх рівнів;

г) пріоритетність пізнавальної та соціальної спрямованості навчального матеріалу, урахування практичного значення змісту для формування базових компетентностей учня.

Наведені вище критерії, навіть уточнені, вказують на загальні принципи формування змісту астрономічної освіти. Тому виникає питання, як можна конкретизувати процедуру добору змісту навчального предмета, звести його до чіткої технології? Один з варіантів такої технології запропонував С.І. Макаров³⁷. І хоча його схема також далека від чіткої технології проектування змісту навчального предмета, містить не всі складові такого процесу, але вона показує напрям руху для тих, хто працює над проблемою добору змісту освіти.

Понятійне ядро та генералізація навчального матеріалу курсу астрономії. Процес навчання астрономії, як і багатьох інших шкільних предметів, пов'язаний із запровадженням і розвитком наукових понять, система яких утворює основу курсу. Тому визначення основних понять курсу астрономії, аналіз їх взаємозв'язку і розвитку — це складова частина наукового обґрунтування змісту навчального предмета, фундаментальна проблема дидактики астрономії. Провідні російські дидакти астрономії вважають: від

³⁷Макаров С. И. Отбор содержания учебной дисциплины / С. И. Макаров // Вестник ОГУ. — 2002. — № 8. — С. 38—40.

її вирішення залежить якість програми й підручника з астрономії, ліквідація перевантаження учнів, і, врешті-решт, якість знань і вмінь учнів³⁸.

Астрономія оперує великою кількістю понять, а тому теоретичну розробку понятійного апарату курсу астрономії загальноосвітніх навчальних закладів потрібно здійснювати вдумливо як без його зайвого спрощення, так і без явних, невинуватених з погляду методики, надмірностей. Для побудови навчального предмета важливим є визначення понятійного ядра — переліку тих понять, без яких він втратить свою цілісність та логіку.

Ми поділяємо думку Є.П. Левітана про те, що добір астрономічних понять, як і визначення змісту та структури навчального предмета, логіки його побудови, є специфічною проблемою методики навчання астрономії, бо такий добір автоматично не впливає з астрономічної науки. Відзначимо, що проблема виділення коректно структурованої системи понять для будь-якої освітньої галузі все ще однозначно не вирішена. Хоча на неї звертають значну увагу як у педагогіці, так і у психології.

Питанням місця й ролі понять у системі наукових і навчальних знань присвячені роботи Л.Я. Зоріної, Є.П. Левітана, О.Ю. Румянцева, А.В. Усової та ін. На підставі аналізу наукових праць зазначених авторів можна зробити висновок, що для визначення й добору понять, які підлягають вивченню в курсі астрономії, визначальними є цілі навчання астрономії. Водночас добір понять потрібно виконувати, зважаючи на міжпредметні зв'язки, а також з урахуванням місця, яке посідає загальноосвітній курс астрономії у всій системі астрономічної освіти.

Процес формування понятійного апарату, як і змісту навчального предмета в цілому, має відбуватися з урахуванням того, як успішно його зможуть засвоїти учні. Для цього, наприклад, О.О. Пономарьова пропонує взяти до уваги принципи, що визначають пізнавальну значимість і дидактичну цінність поняття, його приналежність до однієї або декількох теоретичних систем курсу як їх елементу, пов'язаного з іншими системами тощо³⁹.

³⁸Введение и употребление астрономических понятий / А. В. Артемьев [и др.] // Сб. «Задачи совершенствования астрономического образования в СССР». — М.: Всесоюз. астрон.-геодез. о-во при АН СССР, 1984. — С. 20 — 26.

³⁹Пономарева Е. А. Урок по изучению понятия модели / Е. А. Пономарева // Информатика и образование. — 1999. — № 6. — С. 47—50.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

З метою визначення понятійного ядра курсу астрономії ми виконали аналіз астрономічного компонента освітньої галузі «Природознавство» Державного стандарту базової і повної середньої освіти та навчальних програм з астрономії. Аналіз програм дозволив нам виділити вимоги до навчальних досягнень учнів (базовий, академічний і профільний рівні), з огляду на які ми визначили понятійне ядро та інші складові (дидактичні одиниці), що формують зміст курсу астрономії (табл. 2.4) трьох освітніх рівнів.

Таблиця 2.4

Зміст навчального матеріалу курсу астрономії

Поняття	<i>рівень стандарту:</i> автоматична міжпланетна станція («Вега», «Венера», «Вояджер»); астероїд; астрологія; астрономічна обсерваторія (ГАО НАН України, Гринвіцька, КРАО, Мауна-Кеа, Паризька, Стоунгендж); астрономічна одиниця; астрономія (астрометрія, небесна механіка, астрофізика, космологія); видима зоряна величина; Всесвіт; всесвітній час; галактика Молочний Шлях; екзопланета; екліптика; Зодіак; зоря; зоряна карта; календар (григоріанський); квазар; комета; космічний апарат («Січ»); космічний корабель («Восток», «Аполлон»); космос; кратер; меридіан (гринвіцький, місцевий); метеорит; міжзоряне середовище; місцевий час; Місяць; Національне космічне агентство України; небесна сфера; орбітальна космічна станція; планета (гігант, земної групи, карликова); Полярна зоря; пояс астероїдів; поясний час; Проксима Кентавра; протозоря; реліктове випромінювання; світловий рік; середній сонячний час; система світу (геліоцентрична, геоцентрична); Сонце; Сонячна система; сузір'я (зодіакальне, Великої Ведмедиці, Малої Ведмедиці, Лева, Скорпіона, Андромеди, Оріона); супутники планет; телескоп (оптичний, радіотелескоп); день рівнодення; туманність; Уранія; фази Місяця; цикл сонячної активності; чорна діра.
	<i>академічний рівень:</i> абсолютна зоряна величина; астроблема; астрономічний каталог; астрономія (зоряна, позагалактична, оптична); болід; вісь світу; галактика (еліптична, неправильна, спіральна, сферична); галактичний рік; геліобіологія; геоїд; горизонт (видимий, математичний, подій); горизонтальний паралакс; гравітаційний радіус; діаграма Герцшпрунга—Рессела; доба (зоряна, справжня сонячна); зеніт; зоря (білий карлик, змінна, надгігант, Наднова, нейтронна, Нова, цефеїда); зоряна асоціація; зоряне скупчення (кулясте, розсіяне); зоряний час; календар (місячний, місячно-сонячний, сонячний, юліанський); кільця планет; конвективна зона; Магелланові Хмари; магнітосфера Землі; малі тіла Сонячної системи; метеорне тіло; Міжнародний астрономічний союз; Місцева група галактик; монтування телескопа (екваторіальне); населення Галактики; небесні координати; небесний екватор; об'єktiv; окуляр; оптичне вікно атмосфери; паралакс; парсек; планета (внутрішня, зовнішня); полюс світу; полуденна лінія; приймач випромінювання; прихована маса; протуберанець; пульсар; пояс Койпера; радіаційні пояси; радіоастрономія; роздільна здатність телескопа; світність; скупчення галактик; сонячна корона; сонячна фотосфера; сонячна хромосфера; сонячний вітер; спектрограф; справжня сонячна доба; стала Габбла; схилення; телескоп

Таблиця 2.4 (продовження)

Поняття	(рефлектор, рефрактор, Кека, Космічний імені Габбла, імені Шайна); туманність (планетарна, світла, темна); факели; флокули; фокальна площина; фокус телескопа; фраунгоферові лінії; фраунгоферів спектр; хромосфера; хромосферна сітка; числа Вольфа; шкала зоряних величин; шкала відстаней; ядро галактики; ядро комети.
	<i>профільний рівень:</i> акомодация; акреційний диск; альbedo; альвенівські хвилі; апекс; апертюра; апогей; астроклімат; астрономічна обсерваторія (Європейська південна, Улугбека); астроспектроскопія; астрофотографія; астрофотометрія; археоастрономія; астрономія (рентгенівська, сферична, теоретична); балдж; бар; барстер; біла діра; болометр; вертикальне коло; вироджений газ; водневий цикл; войди; вуглецево-азотний цикл; гамма-астрономія; галактика (взаємодіюча, з активним ядром, сейфертівська); галактична площина; гало Галактики; глобула; гномон; годинний кут; гравітаційна лінза; гравітаційне випромінювання; еволюційний трек зорі; електронно-оптичний перетворювач (ЕОП); епоха; ера (випромінювання, речовини); ефемериди; Європейське космічне агентство (ЄКА); зенітна відстань; зодіакальна хмара; зоря (Барнарда; візуально-подвійна; гігант; змінна [еруптивна, затемнювана, затемнювано-подвійна, пульсуюча], кратна, спектрально-подвійна); зоряний рік; інтерферометрія; квадрант; квантовий вихід; конфігурація планет; корона Галактики; корональна діра; корональний транзієнт; коротаційне коло; космічний пил; космічні промені; крива блиску; крива обертання Галактики; критична густина; лінія виска; лінія вузлів місячної орбіти; межа Чандрасекара; нуклеосинтез; нутація; оптична вісь; парад планет; перигей; планетеземалі; проникна сила телескопа; поляризація світла; променева швидкість; пряме піднесення; радіант метеорного потоку; радіоінтерферометр; радіоінтерферометр з наддовгою базою; радіометр; радіус (Габбла, Шварцшильда); реголіт; середня екваторіальне сонце; середня сонячна доба; сидеричний місяць; синодичний місяць; синхротронне випромінювання; служба Сонця; служба часу; сонячна стала; спектральний паралакс; спікули; телескоп (астрограф, гамма—, нейтринний, рентгенівський, сонячний); термінатор; тропічний рік; ударна хвиля; Українська астрономічна асоціація (УАА); фотоелектронний помножувач (ФЕП); фотометр; хмара Оорта; хондри; хронометр; Центр астрономічних даних.
Явища	<i>рівень стандарту:</i> геомагнітна буря; добовий рух небесних світил; затемнення небесного світила (Сонця, Місяця); захід небесного світила; космологічне розширення; кульмінація небесного світила; метеор; метеорний потік; рівнодення (весняне, осіннє); сонцестояння; сонячна активність; сонячний спалах; сонячно-земні зв'язки; схід небесного світила; червоне зміщення.
	<i>академічний рівень:</i> аберація небесного світила; акреція; гравітаційна рівновага; гравітаційне стиснення; гравітаційний колапс; грануляція фотосферна; доплерівське зміщення спектральних ліній (ефект Доплера); припливи; сингулярність.
	<i>профільний рівень:</i> аберація оптичної системи; атмосферна дисперсія; власний рух зорі; гамма-спалах; елонгація планети; збурення орбіти небесного тіла;

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

Таблиця 2.4 (закінчення)

Явища	зворотний рух планети; лібрація Місяця; прямий рух планети; прецесія; прискерки; протистояння; рефракція; сполучення; Тунгуський метеорит.
Закони	<i>рівень стандарту:</i> закон Габбла.
	<i>академічний рівень:</i> закони Кеплера.
	<i>профільний рівень:</i> правило Тіціуса—Бодє.
Теорії	<i>рівень стандарту:</i> Великий Вибух; модель гарячого Всесвіту; прискорене розширення Всесвіту.
	<i>академічний рівень:</i> еволюція зір, космологічна модель.
	<i>профільний рівень:</i> модель Всесвіту (інфляційна, Айнштайна, Леметра, стаціонарна), баріонна асиметрія Всесвіту.
Провідні ідеї	<i>рівень стандарту:</i> антропний принцип, однорідність Всесвіту.
	<i>академічний рівень:</i> анізотропія Всесвіту, ізотропія Всесвіту, габблівська класифікація галактик, панспермія, проблема SETI, позаземні цивілізації, мультиверсум.
	<i>профільний рівень:</i> астросоціологічний парадокс; великомасштабна структура Всесвіту; гарвардська класифікація; фізичний вакуум.
Персоналії	<i>рівень стандарту:</i> Армстронг Н., Барабашов М.П., Браге Тіхо, Брауде С.Я., Бруно Джордано, Всехсвятський С.К., Габбл Едвін, Галілей Галілео, Гершель В., Гіппарх, Дрогобич Юрій, Кеплер Йоган, Коперник Микола, Птолемей Клавдій.
	<i>академічний рівень:</i> Гокінг С.У., Мессьє Шарль, Струве В.Я., Улугбек, Фраунгофер Йозеф, Фридман О.О.
	<i>профільний рівень:</i> Бессель Ф.В., Гамов Г.О., Герцшпрунг Ейнар, Еддінгтон А.С., Лаплас П. С., Рессел Генрі, Сейферт К.К., Шеплі Гарлоу.

Дібраний навчальний матеріал курсу астрономії потрібно перевести на рівень концентрованих, згорнутих категорій. Без цього практично неможливо досягти оптимізації процесу навчання. Це суттєво для такого навчального предмета, як астрономія, з тієї причини, що на нього традиційно виділяють мінімальну кількість годин. Зважаючи на це, важливим завданням є застосування відомого дидактичного принципу — генералізація навчального матеріалу.

Питання генералізації навчального матеріалу різних шкільних предметів широко досліджене (Ю.К. Бабанський, М.М. Поташник, В.Г. Разумовський) в педагогіці. У руслі цієї теми лежить ідея О.І. Маркушевича про «ядро» й «оболонку» кожного шкільного курсу, а також теорія змістових узагальнень (М.М. Скаткін, В.В. Давидов, Д.Б. Ельконін, В.В. Мултановський та ін.).

Наукові публікації, присвячені питанню генералізації астрономічних знань, в українській педагогічній літературі практично відсутні (хоча неявно про це у своїх роботах говорять, зокрема, Ю.В. Александров, В.Г. Каретников, І.К. Коваль), але як приклад можна навести дослідження відомого російського дидакта астрономії Є.П. Левітана⁴⁰.

Дидактичні функції принципу генералізації зводяться до виділення в навчальному матеріалі головного та підпорядкування йому решти матеріалу. Отже, потрібно виконати аналіз структури і змісту курсу астрономії й виявити основні його елементи, дібрати найнеобхідніші астрономічні знання (поняття, явища, закони, теорії, провідні ідеї) і побудувати цілісну й відносно замкнуту логіко-структурну схему викладу курсу. Вона має відображати необхідні зв'язки між її частинами й давати змогу досягати поставленої мети вивчення цього навчального предмета у школі.

Елементи змісту навчального матеріалу доцільно добирати, спираючись на основні методологічні, філософські й світоглядні ідеї, які мають пронизувати весь курс астрономії. Узагальнення досвіду викладання й результатів навчання астрономії дає підстави виділити такі наскрізні ідеї курсу астрономії (подаємо їх у вигляді метафор з мінімальним описом):

1. «Невидиме за видимим» (природа небесних тіл; методи та прилади для астрономічних спостережень; взаємодія науки і технології; астрономія — передовий рубіж природознавства).

2. «З думкою про Всесвіт» (уявлення про Всесвіт як показник розвитку цивілізації — від сфери нерухомих зір до прискореного розширення Всесвіту; астрономія як чинник культури і світогляду; астрономія як професія і як стимулятор науково-технічного прогресу).

⁴⁰Левитан Е. П. Генерализация знаний учащихся на основе важнейших понятий и идей курса астрономии / Е. П. Левитан // Физика в школе. — 1982. — № 2. — С. 57—60.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

3. «Ми і наш Всесвіт» (наше місце у Всесвіті; чи самотні ми у Всесвіті; інші всесвіти; збереження Землі — збереження життя).

Сформульовані вище ідеї зводяться до такої методологічної послідовності: спостереження → рефлексія → відображення.

Генералізація навчального матеріалу важлива, але вона не самоціль: цілісність курсу астрономії, його структура, логіка викладання мають бути непорушними.

Зважаючи на зазначені вище ідеї, ми виконали генералізацію навчального матеріалу курсу астрономії загальноосвітніх навчальних закладів для базового, академічного та профільного рівнів (табл. 2.5). Вищий рівень включає в себе зміст навчального матеріалу нижчого рівня.

Таблиця 2.5

Основний зміст навчального матеріалу курсу астрономії

Зміст навчального матеріалу	Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
поняття	астрономічна обсерваторія; астрономічна одиниця; астрономія; Всесвіт; всесвітній час; галактика; зоря; календар; космічний апарат; Місяць; небесна сфера; планета; пояс астероїдів; середній сонячний час; система світу; Сонце; Сонячна система; сузір'я; телескоп; туманність; фази Місяця; цикл сонячної активності.	діаграма Герцшпрунга—Рессела; зоряний час; малі тіла Сонячної системи; монтування телескопа; небесні координати; оптичне вікно атмосфери; паралакс; приймач випромінювання; прихована маса; роздільна здатність телескопа; світність; фраунгоферів спектр; числа Вольфа; шкала зоряних величин; шкала відстаней.	автоматична міжпланетна станція; апертура; астроклімат; астроспектроскопія; астрофотометрія; водневий цикл; вуглецево-азотний цикл; глобула; гравітаційна лінза; гравітаційна взаємодія; еволюційний трек зорі; ефемериди; інтерферометрія; квантовий вихід; конфігурація планети; крива блиску; критична густина; межа Чандрасекара; нуклеосинтез; оптична вісь; парад планет; проникна сила телескопа; служба Сонця; служба часу; спектральний паралакс; тропічний рік; Центр астрономічних даних.

Таблиця 2.5 (закінчення)

Зміст навчального матеріалу	Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
явища	геомагнітна буря; добовий рух небесних світил; затемнення небесного світила; космологічне розширення; сонячна активність; сонячно-земні зв'язки.	акреція; гравітаційна рівновага; гравітаційний колапс; грануляція фотосферна; доплерівське зміщення спектральних ліній; сингулярність.	власний рух зорі; гамма-спалах; збурення орбіти небесного тіла; прецесія.
закони	закон Габбла.	закони Кеплера.	правило Тіціуса—Бодє.
теорії	Великий Вибух; прискорене розширення Всесвіту.	еволюція зір; космологічна модель.	модель Всесвіту (інфляційна, Айнштайна, Леметра, стаціонарна); баріонна асиметрія Всесвіту.
провідні ідеї	антропний принцип; однорідність Всесвіту.	габблівська класифікація галактик; проблема SETI; мультиверсум.	астросоціологічний парадокс; великомасштабна структура Всесвіту; гарвардська класифікація; фізичний вакуум.

Зазначені в табл. 2.5 поняття, явища, закони, теорії перебувають у взаємозв'язку. Тому завданням генералізації курсу астрономії є встановлення цих взаємозв'язків, адже вони значною мірою демонструють логіку астрономії як науки й забезпечують системність курсу астрономії як навчального предмета.

Визначення основних елементів змісту дає нам змогу запровадити ще один рівень організації навчального матеріалу — «фундаментальні освітні об'єкти», навколо яких, як біля «вузлових точок»⁴¹, концентрується увесь матеріал курсу. Н.Ф. Тализіна звернула увагу на те, що за різноманітними явищами стоять нечисленні інваріанти, які їх породжують. Тому виділення такого фундаментального інваріантного знання з допомогою системно-структурного аналізу дозволяє різко скоротити обсяг матеріалу, який потрібно засвоїти⁴².

⁴¹Краевский В. В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах / В. В. Краевский, А. В. Хуторской // Педагогика. — 2003. — № 3. — С. 3—10.

⁴²Тализина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н.Ф. Тализина. — М.: МГУ, 1984. — 344 с.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

До інваріантів (вузлових точок) курсу астрономії ми відносимо категорії: 1) *астрономія* — як наука, її історія (розвиток), персоналії, взаємозв'язок з іншими науками й формами суспільної свідомості; 2) *небесна сфера* — як «місце подій», сцена, де відбуваються всі явища і процеси, що перебувають у полі інтересів астрономії; 3) *методи й засоби астрономії* — як своєрідна «кухня астрономії», що забезпечує цю науку понятійним змістом; 4) *планета* — як тіло, на якому існує (чи може існувати) життя земного типу; 5) *зоря* — як тіло, «найпомітніше» для землян, а також виробник хімічних елементів, що входять до складу кожної живої істоти на Землі; 6) *міжзоряне середовище* — як чинник, що суттєво впливає на еволюцію об'єктів Всесвіту; 7) *галактика* — як об'єкт, якими зараз заповнений наш Всесвіт і в одному з яких міститься наша планетна система; 8) *всесвіт* — як мегасвіт, невід'ємною частиною якого ми є і який намагаємось пізнати з допомогою астрономії.

Навколо цих «вузлів» можна легко згрупувати зміст курсу астрономії всіх рівнів. Розгляньмо докладніше кожну з названих категорій.

Астрономія. Розгорнімо шкільний підручник астрономії і прочитаємо визначення: «Астрономія — наука про небесні тіла, про закони їхнього руху, будови й розвитку, а також про будову й розвиток Всесвіту в цілому». Що впливає з цього визначення? Найголовніше те, що астрономію віднесено до науки — однієї з форм суспільної свідомості. Тобто астрономія в когнітивному (пізнавальному) процесі людства займає чітке місце, а також має своє поле діяльності — світ неба.

Етимологія слова, яким позначено науку про небесний світ, відома: астрономія — це грецьке складене слово *astro* (астро) — зоря і *nomos* (номос) — закон. На перший погляд все досить просто. Але згадаймо: є науки біологія, геологія, філологія тощо. У їхніх назвах присутнє до кінця не визначене за змістом слово *logos*, яке українською часто перекладають як вчення. І ось тут ми пригадуємо, що є ще й астрологія, яку вже дуже давно з наукою освічені люди не пов'язують. Наявну дилему в назвах не вирішено й до сьогодні, і нею не переймаються ті, хто працює в астрономії. (Вона більше цікавить істориків науки чи лінгвістів.) Тим паче, що точне значення слова *logos* нині встановити складно. Якщо йти за давньогрецькою традицією, то воно означає — слово, здатне творити. Дехто вважає, що *logos* — це душа речей. Звідси, начебто,

має впливати, що астрологія — це розуміння душі зір, тобто тієї внутрішньої суті, що прихована за їх розміреним рухом на небесній сфері. Натомість *nomos* — це закон, система твердо встановлених правил. Звідси астрономія, у буквальному розумінні цього слова, — встановлений набір законів, за якими існують (живуть) зорі.

Звісно, астрономія як наука в її нинішньому розумінні постала не після першого спостереження зоряного неба нашим прадавнім пращуром. Проте вже у стародавньому Китаї, Індії, Вавилоні, Єгипті, а також і в інших куточках Землі люди володіли певними системними астрономічними знаннями. Все це дає нам підстави вважати, що астрономічна наука зародилась задовго до нашої ери і стала однією з перших (якщо не першою) наук нашої цивілізації. Не з наміру з'ясувати, яка з наук була першою, а лише щоб згадати видатного популяризатора астрономії француза К. Фламмаріона, наводимо його слова з книги «Небо», яка 1900 р. була видана у Львові: «Астрономія є перша з наук. Вона перша через те, що повинна бути підставою всякої иньшої і філософії (так в оригіналі — *Авт.*), перша по величності свого предмета, бо вона обіймає увесь світ, перша по своїй давній давнині, бо початок її припадає до початку історії, до початку самої людськості». Цей факт не лише цікавий, але й важливий — на цю особливість астрономії звертаємо увагу на самому початку вивчення курсу.

Будь-яку науку можна визначити через її предмет, тобто через ту об'єктивну реальність, яку вона пізнає (вивчає). Для астрономії предметом вивчення є небесні (космічні) тіла, системи тіл, а також Всесвіт як ціле.

«Астрономія набагато раніше за інші природничі дисципліни, як мінімум від часу Птолемея, чітко визначила й об'єкт, і метод своїх досліджень. Вона вивчала, здавалося б, найзагальнішу з усіх можливих сутностей — космос, Всесвіт. Не випадково, що з глибокої давнини і протягом усього довгого середньовіччя саме астрономічна діяльність найбільшою мірою відповідала ідеалам науковості, а астрономія справедливо мала славу цариці природничих наук. Ця обставина знайшла відображення в безлічі фактів: від існування музи астрономії Уранії до офіційного положення астрономії у квадривіумі середньовічного університету»⁴³.

⁴³Гурштейн А.А. Птолемей и Коперник. Послесловие редактора (в кн. В.А. Бронштэн. Клавдий Птолемей). — М. : Наука, 1988.

В основі астрономічного пізнання, як і в будь-якій іншій науці, беззаперечним є визнання об'єктивного існування предмета астрономічної науки (космічних тіл, їх систем і Всесвіту в цілому), а також апіорний принцип — здатність людини пізнавати об'єктивну реальність науково-раціональними засобами. Як слушно зауважили І. Пригожин та І. Стенгерс: «Ми вважаємо експериментальний діалог невід'ємним досягненням людської культури. Він дає гарантію того, що в дослідженні людиною природи остання виступає як реальність, що існує незалежно. Експериментальний метод є основою комунікабельної й відтворюваної природи наукових результатів. Як би уривчасто не говорила природа у відведених їй експериментом рамках, висловившись одного разу, вона не бере своїх слів назад: природа ніколи не бреше»⁴⁴.

Цікаво, що питання відповідності наукової інформації про небесні тіла, отриманої зі спостережень, реальним фізичним параметрам цих тіл, здавна турбувало не одне покоління астрономів. Образно кажучи, «спокій запанував у душах астрономів» від початку космічної ери: дослідження тіл Сонячної системи міжпланетними зондами показали — все те, що було з'ясовано астрономами зі спостережень, не зазнало принципових змін. Ба більше, було відкрито низку явищ (наприклад вулканізм на супутниках Юпітера), попередньо завбачених.

Дуже важливим для астрономії є те, що її розвиток привів до емпіричного й теоретичного обґрунтування ідеї нестаціонарності як окремих космічних об'єктів, так і Всесвіту в цілому. Це відбулося у XX ст., коли в астрономії спрацював відомий з філософії закон переходу кількості в якість. Що дозволило змінити методологічне уявлення про локально мінливий світ (на рівні окремих небесних тіл) на уявлення про «всеосяжну» нестаціонарність Всесвіту. Нині ми упевнено стверджуємо — ідея розвитку (еволюції) пронизує всю сучасну астрономію і втілюється в конкретних астрофізичних і космологічних моделях.

Отже, астрономія — еволюційна наука, що також є її особливістю у порівнянні, наприклад, з фізикою. Відомий астрофізик І.С. Шкловський з цього питання висловився так: «На нашу думку, фундаментальною, навіть принциповою відмінністю астрономії

⁴⁴Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. Пер. с англ. — М. : Эдиториал УРСС, 2000. — 312 с.

від фізики є наскрізь еволюційний характер науки про небо»⁴⁵. Проте не лише це дає підстави стверджувати — астрономія не зводиться до фізики, як може здаватись на перше око. Хоча предмет пізнання цих наук дуже близький, а часто навіть один і той самий, проте принципова їх відмінність — у Методі (маємо на увазі весь спектр методів — докладніше про це нижче).

Астрономія дуже давня наука, а тому її внутрішня структура у процесі розвитку зазнала суттєвих змін. І цей процес, очевидно, не завершений, оскільки до предмета пізнання астрономії належать як об'єкти дуже великого просторового діапазону (ми не знаємо, що можемо побачити на межі видимого Всесвіту), так і тіла, які проявляють себе явно лише в одній з фундаментальних взаємодій (наприклад темна матерія).

Структурний поділ астрономічної науки можна виконати порізному (що й спостерігаємо на практиці): виділяти підрозділи астрономії, зважаючи на природу небесних тіл, які є предметом дослідження (наприклад позагалактична астрономія), або ж спиратися на ділянку електромагнітного спектру, в якій виконують спостереження (наприклад гамма-астрономія).

Нині у питанні структурного поділу астрономічної науки немає якогось єдиного підходу. Астрономам такий широкий поділ їхньої науки на окремі підрозділи не завдає зайвого клопоту. Хоча для «чужинців» часто дивним є те, що один і той самий небесний об'єкт цікавить різні, принаймні з назви, розділи астрономії.

Зрештою астрономи прагнуть знайти не стільки закон чи певний набір законів, за якими «живе» космічний об'єкт; їх цікавить, так би мовити, обернена задача — власне, природа космічного об'єкта, його походження й еволюція. Зазначений «спектр зацікавленості» підштовхує астрономів до застосування всіх наявних і можливих у кожному конкретному разі методів дослідження. Це означає, що один і той самий об'єкт можуть досліджувати небесна механіка, оптична астрономія, радіоастрономія тощо.

Безумовно, це далеко не повний перелік нинішніх структурних складових астрономічної науки. Проте, і це головне, треба розуміти, що поділ астрономії на окремі розділи є, з одного боку, явищем

⁴⁵Шкловський І.С. Размышления об астрономии, ее взаимосвязи с физикой и технологией и влиянии на современную культуру // Вопр. философии. — 1969. — № 5. — С. 52—62.

Розділ 2. Чому навчати з астрономії?

доволі умовним (данина історичному розвитку), а з другого боку, вказує на складність світу, тобто об'єкта нашого пізнання. І диференціація науки — тому свідчення.

Підтвердженням останньої тези є факт повільного «дрейфу» окремих розділів астрономії до певної самостійності чи автономного існування. Прикладом цього може бути планетологія — розділ астрономії, який вивчає особливості планет Сонячної системи. Нині, коли розвиток космонавтики дозволяє спрямовувати, наприклад, на поверхню Марса одну за одною міжпланетні космічні станції, на чільне місце виходять вузькі питання — ті, які на Землі вивчають геологія, фізика атмосфери тощо. Очевидно, що з часом такі наукові напрями зовсім вийдуть з «поля тяжіння» астрономії, як це раніше трапилося з геодезією чи геодинамікою.

Водночас астрономія поєднується з іншими науками, що породжує якісно нові напрями досліджень, спрямовані на пізнання ймовірно існуючої об'єктивної реальності. До прикладу — астробіологія, археоастрономія тощо.

Очевидно, що астрономія — наука не зовсім звичайна (якщо порівнювати її з іншими, навіть фундаментальними, науками), і насамперед об'єктом свого пізнання. Саме це обумовило її появу на світанку людства. Оскільки інтерес до світу неба, окрім астрономії, виявляли астрологія, міфологія, релігія та інші форми суспільної свідомості, то ми спостерігаємо в історії дуже складні, неоднозначні приклади їх взаємозв'язку, взаємодії, протидії, а інколи й запеклої боротьби.

Основою цих непростих взаємин були і є різні методологічні принципи, що лежать в основі пізнання об'єктивної реальності різними формами суспільної свідомості. З огляду на це, до слова, нині потрібно було б говорити радше про «мирне співіснування» науки і релігії, а не про їх допасованість чи якесь поєднання. Бо важко зрозуміти, наприклад, як можна вирішити тривалу суперечку між астрономією й теологією щодо походження Всесвіту. Хоча, як відомо, така суперечка в межах самої астрономії, як і в будь-якій іншій науці, відсутня. Астрономія, за вдалим висловом Лапласа, не потребує залучення гіпотези про те, що Бог створив цей світ. Як і інші природничі науки, вона будує свої теорії і здійснює пізнання об'єктивної реальності, виходячи з простої, але принципової

методологічної установки — наш Всесвіт виник та існує без втручання надприродної сили.

На окрему увагу заслуговує розгляд питання про так звані системи світу, до побудови яких астрономія має пряме відношення. На цьому понятті «зациклені» не лише важливі історичні факти чи феномени культури (наприклад міфи про створення світу), але й науковий поступ нашої цивілізації загалом. Ідеться про те, що поява загальних (світоглядних) ідей, які спирались на відповідні знання конкретної епохи про устрій Всесвіту, врешті-решт, приводила до кардинальних змін у науці. Наприклад, геліоцентрична система світу, висунута в III ст. до н. е. Арістархом і відроджена в XVI ст. Коперником, дозволила встановити параметри планетної системи й відкрити закони планетних рухів. Обґрунтування геліоцентризму зумовило створення класичної механіки та привело до відкриття закону всесвітнього тяжіння. Можна стверджувати, що геліоцентризм відкрив для науки зоряну астрономію та космологію нескінченного Всесвіту, адже сфера нерухомих зір — ця незрозуміла межа нашого світу, що існувала з незапам'ятних часів, — була, завдяки ідеї М. Коперника, зруйнована.

Особливі стосунки, як знаємо, в астрономії з астрологією. Не вдаючись до широкого історичного екскурсу, треба зазначити, що виникнення як астрономії, так і астрології, а також їх існування руч-обруч дуже тривалий час має суто раціональне пояснення. Значно важливішим є те, що як з методологічного, так і з гносеологічного поглядів розмежування астрономії й астрології зрештою відбулося. Цей процес тривав дуже довго, але його було завершено. І сьогодні астрономія й астрологія дуже далекі одна від одної, значно далі, ніж, образно кажучи, «небо і земля».

Сучасна астрологія — це нашарування rozmaїтих фрагментів тисячолітніх вірувань, учень, філософських систем, що виникали, розвивалися і зникали в різних країнах і на різних континентах нашої планети. Нині відомо, що запропоновані астрологією моделі пізнання об'єктивної реальності не відповідають науковій картині світу, а методологічні принципи, на яких вона вибудовує свою систему знань, не мають підтвердженої наукової основи. Астрологічне знання носить яскраво виражені риси міфологічного, буденного пізнання, основи якого було закладено в ранні епохи розвитку людства.

Отже, астрологія — це псевдонауковий феномен світогляду певної категорії людей, для яких вона відіграє квазірелігійну роль. Суть астрології для них — не пізнавальна, а радше паліативна, тобто «тимчасово заспокійлива», що дозволяє на якийсь час позбутися думок і переживань щодо якихось проблем.

Стосунки астрономії і релігії, астрономії й астрології лежать у площині об'єкта пізнавальної діяльності та методологічних принципів. Вони певною мірою характеризують особливість астрономії у порівнянні з іншими науками, хоча ця особливість не є чимось унікальним (згадаймо, наприклад, хімію та алхімію тощо). Однак астрономія на рівні суб'єкта пізнання демонструє феномен, відсутній у будь-якої іншої фундаментальної науки. Ідеться про аматорів астрономії й ту роль, яку вони й нині відіграють у розвитку науки про небесні тіла.

Аматори астрономії не можуть конкурувати (про суперництво, звісно, не йдеться) з професіоналами як у можливості використовувати потужні телескопи, так і в розробці теорій. Однак люди, зачаровані зоряним небом, відкривають нові комети, спостерігають планети Сонячної системи, а інколи першими бачать на дисках планет явища, які вже після цього починають вивчати професіонали.

Нині перелік небесних об'єктів, що стали доступними астрономам-аматорам, як це не дивно, не лише не звузився, а навіть розширився (спалахи Наднових, екзопланети тощо). І що далі з часом, то, очевидно, цей перелік буде збільшуватись.

Отже, і це потрібно визнати, професійні астрономи фактично мають величезну армію потенційних добровільних помічників, послугами яких вже намагаються скористатись. Як приклад: астрономи-аматори залучені до міжнародного проекту розподілених обчислень Galaxy Zoo, у рамках якого інтернет-добровольці з усього світу допомагають аналізувати величезний масив знімків Всесвіту з метою пошуку нових галактик і створення повної класифікації цих небесних об'єктів. Професійні астрономи впевнені, що їм самим виконати таку роботу швидко практично неможливо.

Поки це поодинокі приклади, але зважаючи на те, що потік астрономічної інформації невпинно зростає, а ресурси професійної астрономії все ж не безмежні, можна сподіватись на

тіснішу співпрацю астрономів-професіоналів з аматорами астрономії.

Будь-яку науку творять люди. Астрономія у цьому сенсі не є винятком, проте свою особливість має. І полягає ця особливість у тому, що астрономію творили збирачі плодів і перші пастухи, а згодом перші хлібороби й жерці, математики й філософи... Величезна кількість людей упродовж тисячоліть здобувала, накопичувала й передавала астрономічне знання з покоління в покоління, аж поки не настав час професійної астрономії. У нашій науці працювали чи залучались до вирішення її завдань кращі розуми людства. Про це треба неодмінно наголошувати у процесі навчання астрономії.

Небесна сфера. Яким би безмежним не був Усесвіт, але для нас, мешканців Землі, все видиме в Космосі проектується на поверхню уявної небесної сфери. Цю особливість зауважує кожен, хто хоча б один раз дивився на зоряне небо. На це звернули увагу, безумовно, в сиву давнину — відтоді небесна сфера стала своєрідною сценою, на якій упродовж усієї історії людства відбуваються всі космічні події.

Небесна сфера, як відомо, — явище позірне. Відчуття того, що існує сфера, на якій розміщені всі небесні об'єкти, пов'язане з особливістю нашого зору. Людське око не в силі оцінити відмінності у відстанях до небесних тіл, а тому здається, що вони однаково віддалені від спостерігача. Стародавні народи про цю особливість не знали, а тому сприймали існування небесної сфери як реальний факт устрою Всесвіту. Доречно пригадати, що в системі світу М. Коперника зорі також перебувають на такій сфері. Отже, в уявленні багатьох поколінь небесна сфера була найважливішим елементом Всесвіту, оскільки нею він, власне, й обмежувався.

З розвитком наукових знань такий погляд на небесну сферу відпав. Однак саме поняття в астрономії залишилось, оскільки запроваджена в давнину геометрія небесної сфери (екватор, екліптика, вісь світу тощо) дозволяє виконувати роботу, результати якої використовують в астрономії завжди, — визначати координати небесних світил і укладати відповідні каталоги. Справді, годі уявити дослідження якогось небесного об'єкта за умови, що його положення, тобто координати, на зоряному небі невідоме. Саме в цьому полягає важливість поняття небесної сфери для астрономії,

і на неї, звісно, мусимо звернути увагу під час навчання астрономії.

Усі лінії, кола й точки небесної сфери, що відомі нам сьогодні, з'явилися не в одну якусь історичну мить: це поняття зазнало розвитку і вдосконалення, але зрештою отримало сучасний вигляд, у якому його й використовують в астрометрії чи сферичній астрономії.

Ми все менше й менше говоримо в курсі астрономії про астрометрію, оскільки побутує справедлива думка, що природу тіл Всесвіту розкриває астрофізика. Ба більше, астрометричні питання (небесні координати, час, каталоги), а також питання небесної механіки стали вважати своєрідною «кухнею», тобто внутрішньою справою, астрономів. З цим важко погодитись, адже питання часу і практичне використання небесної механіки в космонавтиці — ось те, і то далеко не все, що вже давно вийшло за рамки астрономії.

Хоча сферична астрономія, погодьмося, можливо, цікава лише астрономам. Проте зовсім нехтувати тим, що в курсі середньої школи називаємо основами практичної астрономії, як на нашу думку, не варто. Як аргумент наведемо два приклади.

Спершу про супутникову систему навігації, наприклад відому багатьом GPS (Global Positioning System). Її побудовано з використанням небесних координат квазарів. Ідеться про те, що Міжнародна небесна система відліку (International Celestial Reference Frame, ICRF) — це певний перелік квазарів, координати яких на небесній сфері взято за своєрідні репери. Як відомо, квазари — найвіддаленіші небесні об'єкти, а тому їх видимі зміщення на небесній сфері дуже й дуже малі. Тому система навігації, що спирається на координати цих об'єктів, може працювати з доволі великою точністю упродовж тривалого часу.

Цей приклад доцільно наводити учням, по-перше, щоб показати зв'язок астрономічних знань з практичними потребами людини, а по-друге, — звернути їхню увагу на те, що питання побудови систем небесних координат є актуальним як нині, так і в майбутньому.

Інший, відносно новий, астрометричний результат. На підставі дуже точних вимірювань періодичних зміщень зір на небесній сфері, зумовлених гравітаційною дією невидимого супутника, стали відкривати екзопланети. Нагадаймо, що в такий спосіб

позасонячні планети розпочали шукати ще у другій половині XIX ст., проте лише зараз астрометрична техніка дозволила отримати позитивний результат.

Бачимо, що астрометрія не втратила свого значення й у наш час, ба більше, вона має перспективи. Зокрема, Європейське космічне агентство розробило місію GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics, Глобальний астрометричний інтерферометр для астрофізики), в рамках якої у 2013 р. в космічний простір виведено астрометричний зонд. Місію започатковано в 1995 р. як розвиток першого європейського космічного астрометричного проекту «Гіппаркос» (Hipparcos).

Завдання GAIA — визначити положення, відстані та власний рух для понад одного мільярда зір нашої галактики. Для зір до 15^m точність визначення положень на небесній сфері має скласти $0,01''$, а радіальні швидкості зір до 17^m буде визначено з точністю в декілька кілометрів на секунду.

Зонд GAIA має дослідити один відсоток усіх зір Галактики — в 10000 разів більше, ніж Hipparcos, а точність вимірювань зросте на 2—3 порядки. Гранична зоряна величина досягне 20^m , що дозволить поліпшити каталог галактичних об'єктів на п'ять порядків. Бортові засоби реєстрації випромінювання небесних світил дозволять оперативно виявляти змінність зір, джерела випромінювання спалахової природи, явища гравітаційного лінзування тощо.

Каталог GAIA дозволить досліджувати утворення й еволюцію Галактики, динаміку Місцевої групи галактик, світність і динаміку рідкісних астрофізичних об'єктів, виконати аналіз ширококутної метрики (йдеться про визначення геометрії простору-часу нашого Всесвіту) космічного простору. Близько 200000 зір у радіусі 200 парсеків буде ретельно досліджено на наявність у них планет класу Юпітера.

Бачимо, що астрометричні дослідження, ця основа основ астрономії, що знайшла застосування й у інших галузях діяльності людини, продовжують надалі розвиватись і сприяють кращому пізнанню Всесвіту.

Методи і засоби астрономії. Визначальний астрономічний метод — спостереження. Часто вказують на те, що астрономія — переважно спостережна наука, бо майже всі об'єкти її досліджень перебувають за межами земної атмосфери. Відомо, що цей метод застосовують і в інших науках, але для астрономії характерним є

те, що немає свободи вибору умов спостереження. Саме в цьому полягає головна відмінність астрономії у порівнянні з іншими природничими науками. Фізичний чи хімічний експеримент у разі невдачі можна повторити або ж так само, як і в перший раз, або навіть у сприятливіших умовах. Повторити астрономічне явище ми не в силі. Можна повторити лише спостереження, якщо відбудеться нове астрономічне явище, таке ж точно, як і перше. Але такого насправді не буває, бо навіть однотипні явища чимось завжди різняться.

Тільки з початком космічної ери (1957 р.), завдяки космічним апаратам (КА), астрономи отримали змогу виконувати дослідження та експерименти (як це роблять, наприклад, фізики чи хіміки в своїх лабораторіях) прямо на поверхні деяких небесних тіл і в міжпланетному просторі.

Оскільки спостереження зоряного неба людина розпочала дуже давно, то в цій практиці накопичено величезний досвід, створено цілу індустрію для покращення зору людини (кутомірні прилади, телескопи, приймачі різного роду випромінювань, космічні обсерваторії тощо). Фактично в астрономії було створено перші наукові прилади, а фіксація результатів спостережень (на глиняних дощечках у Вавилоні наприклад) зумовила розвиток практики об'єктивізації знань, тобто здобуття наукових результатів, максимально «чистих» від суб'єктивного впливу спостерігача.

З історії відомо, що століттями астрономічні спостереження зводились до фіксації видимого світла, яке надходить від небесних тіл. Нинішня астрономія вже використовує весь електромагнітний спектр — від гамма-випромінювання до радіохвиль. Окрім цього, — реєструє космічні промені й нейтрино, а також здійснює перші спроби реєстрації гравітаційних хвиль.

Доречно нагадати, що астрономія стала всехвильовою наукою (спостереження виконують у всіх діапазонах довжин хвиль електромагнітного спектру) відносно недавно — від початку космічних польотів. Але це не лише значно розширило спостережуваний Всесвіт і дало змогу відкрити цілу низку незвичайних (як правило, несподіваних і багато в чому не пояснених на той час) явищ, але й привело до появи нових методів дослідження в астрономії, а отже, й нових підрозділів астрономічної науки.

Чотири століття тому з'явився основний інструмент астрономів — телескоп. Відтоді він прогресував від 10-сантиметрового

лінзового об'єктива телескопа-рефрактора до 10-метрових головних дзеркал сучасних рефлекторів. Якщо в телескоп Галілея можна було спостерігати зорі 8-ї зоряної величини, то в сучасний найпотужніший телескоп — 30^m . А це в 10^9 разів слабкіші зорі!

Нині в галузі астрономічного телескопобудування й оснащення астрономії новими інструментами є декілька особливих результатів. До таких відносимо проект «Великі обсерваторії», який упродовж останніх 25-ти років реалізували США. Великі обсерваторії — це серія з чотирьох обсерваторій (науково-дослідних супутників) космічного базування NASA. Кожна з обсерваторій розрахована на роботу в певній ділянці електромагнітного спектру. До цієї четвірки належать: Космічний телескоп імені Габбла (запущений в 1990 р.); телескоп імені Комптона — гамма-обсерваторія, що працювала впродовж 1991—2001 рр.; «Чандра» — обсерваторія, яка досліджує небо в рентгенівських променях (працює з 1999 р.); телескоп «Спітцер» — донедавна найбільший інфрачервоний телескоп, виведений на орбіту в серпні 2003 року.

Космічний телескоп імені Габбла (англ. Hubble Space Telescope, HST) з названої четвірки, звісно, найвідоміший. Його назвали на честь видатного американського астронома Едвіна Габбла. Це телескоп-рефлектор для спостережень небесних світил у видимому діапазоні та в ближній ультрафіолетовій ділянці спектру з діаметром головного дзеркала 2,4 м. Розробка й виготовлення HST в цілому тривали майже 20 років.

Про особливу цінність цього інструмента для науки свідчать не лише 20 млрд доларів, які використано на його експлуатацію, а й те, що за час роботи телескопа до нього літали чотири експедиції астронавтів для виконання профілактичних і ремонтних робіт. Зокрема, у травні 2009 р. на орбіті Землі (на висоті близько 600 км) виконано капітальний ремонт Космічного телескопа імені Габбла. Це зробила команда американських астронавтів, що на багаторазовому космічному човнику відвідала знаменитий телескоп. За прогнозами фахівців, після проведеного ремонту HST зможе працювати ще принаймні п'ять—десять років. Більше вже таких ремонтних місій до телескопа не буде. Натомість йому на зміну готують Космічний телескоп імені Джеймса Вебба, що матиме дзеркало діаметром 6,5 м.

За весь період роботи HST відправив на Землю майже мільйон зображень різних космічних об'єктів. Інформація виявилась украй важливою для астрономії, астрофізики й космології: з її допомогою, наприклад, встановлено присутність надмасивних чорних дір у галактичних ядрах і доведено, що Всесвіт розширюється з прискоренням.

Про інші телескопи проекту «Великі обсерваторії» та деякі великі наземні й космічні інструменти ми тут не згадуємо. (Про це докладніше див. у нашій статті «Найважливіші досягнення і перспективи розвитку сучасної астрономії»⁴⁶.)

Звісно, навіть найбільший і найсучасніший телескоп без відповідного приймача мало що може дати астрономічним дослідженням. Саме тому в астрономії велике значення надають питанням удосконалення чи виготовлення нових приладів для реєстрації випромінювань небесних тіл, а також космічних частинок. Нині фактично вже в минуле відійшла епоха фотографічної астрономії — на заміну фотоемульсії як основному приймачу електромагнітного випромінювання прийшли цифрові детектори. У спадок від минулої епохи залишилась велика кількість фотоплатівок (скляні бібліотеки), що становлять неймовірну цінність для астрономії, адже на них зафіксовано безліч небесних об'єктів. Їх природу, а також можливі зміни цих об'єктів з часом, можуть досліджувати наступні покоління астрономів. Зараз багато астрономічних обсерваторій здійснюють оцифровку своїх скляних бібліотек: це уможливить створення Віртуальної астрономічної обсерваторії — бази цифрових астрономічних даних, доступ до якої матимуть усі науковці з різних країн світу.

Окрім телескопів і приймачів (детекторів), важливе місце в сучасній астрономії посідає комп'ютер. Нині він став для астрономів своєрідною «машиною часу»: комп'ютер допомагає зазирнути в такі далекі епохи, які навряд чи коли-небудь вдасться спостерігати в телескопи. Ідеться передусім про моделювання різноманітних процесів, що відбувались, відбуваються чи відбудуться у Всесвіті.

⁴⁶Крячко І. П. Найважливіші досягнення і перспективи розвитку сучасної астрономії [Електронний ресурс] // Астроосвіта: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — К.: 2008—2016. — Режим доступу: http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/astro_uspix.pdf (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

Серед них, наприклад, народження найперших зір, утворення галактик тощо.

З допомогою комп'ютерів нині створюють також системи візуалізації астрономічних даних. Ці системи допомагають відчутти весь спектр масштабів, які є у Всесвіті, не лише пересічним громадянам, а й самим астрономам.

Останнім часом астрономія розширила предмет свого пізнавального інтересу, взявши до розгляду ідею Мультивсесвіту, що вимагає як розробки нових методів дослідження, так і перегляду (чи уточнення) фундаментальних наукових понять. Наприклад, у зв'язку з розробкою ідеї про існування інших всесвітів, значних змін зазнає трактування сутності простору і часу. З одного боку, сучасна астрономія спирається на загальну теорію відносності, згідно з якою часопросторові характеристики перестають бути фундаментальними, незалежними від будь-яких понять фізики, а з другого боку, фізика розглядає n -мірні просторові структури, не підтверджені спостереженнями чи експериментами. Очевидно, що тут ще багато невідомого, але є й явна проблема — чи можливо у принципі спостерігати такі структури або пов'язані з ними явища?

Лунають допіру поодинокі голоси про те, що виходом з цього становища може бути моделювання таких явищ і в разі відповідності моделі сучасним науковим знанням — визнання за нею права на об'єктивну реальність. Мабуть, у цьому питанні ще багато суперечливого, але процес створення, так би мовити, «модельованого світу» на кшталт культури як «другої природи», очевидно, вже розпочався. І астрономія, передусім один з її підрозділів — космологія, бере в цьому процесі активну участь.

Не секрет, що принципи і способи пізнавальної діяльності в астрономії періодично змінюються. Епохи, коли відбуваються такі зміни, зазвичай називають науковими революціями в астрономії. На сучасному етапі розвитку науки змінність структури пізнавальної діяльності (зміщення її в ділянку мікрокосмосу, Мультивсесвіту, вихід за рамки електромагнітного спектру тощо) — одна з нових методологічних установок в астрономії. Як приклад щойно сказаного можна пригадати, що теоретичною основою астрономічного пізнання від 20—30-х років минулого століття стали (поряд з класичною механікою) релятивістська і

квантова механіка. Це істотно розширило «кругозір» астрономів, що суттєво вплинуло на результати астрономічних досліджень.

Загалом використання результатів вивчення мікросвіту — важлива методологічна умова поступу астрономічного пізнання. Джерела енергії зір, випромінювання ядер активних галактик, ранні етапи еволюції Всесвіту тощо сучасна астрономія пояснює, залучаючи квантову механіку й електродинаміку, теорію електро-слабкої взаємодії тощо. Питання про фундаментальний зв'язок між трьома рівнями Всесвіту (мікро-, макро- і Мегасвіт) і про те, що вони діалектично поєднані, також лежить у полі зору сучасної астрономії. Пояснення цьому полягає в тому, що сучасна астрономія надає суттєвого значення (прямо чи непрямо) космогонічній складовій будь-якого астрономічного об'єкта чи явища. Космогонічний аспект дослідження об'єктів Всесвіту, як своєрідний організаційний центр, об'єднує не лише різні розділи астрономії, але й різні рівні організації природи.

Відкриття наприкінці ХХ ст. факту прискореного розширення Всесвіту та залучення для його пояснення ідеї про темну енергію, природа якої далека від чіткого розуміння, можливо вказують на те, що ми стоїмо на порозі нового якісного переходу в астрономії. Річ у тому, що спроби пояснити ці та інші нові відкриття зіткнулися з низкою принципових труднощів, подолання яких пов'язане з необхідністю вдосконалення як спостережних засобів, так і теоретичного інструментарію сучасної астрономії. Нині ми спостерігаємо значне зростання кількості астрофізичних та космологічних моделей, концепцій (аксіони, вімпи, Мультиверсум, n -мірні теорії простору-часу тощо), які, з одного боку, мають пояснити спостережні факти, а з другого, — вимагають підтверджень (чи спростувань!) на підставі спостережень.

Отже, емпірична основа сучасної астрономії — це спостереження у всіх діапазонах електромагнітного спектру, реєстрація космічних променів, нейтрино і гравітаційних хвиль.

Останнє відкриває перспективи розвитку гравітаційної астрономії. Чи весь емпіричний фундамент астрономії перераховано? На це запитання відповіді немає, але думки існують різні. Прикладом, відомий фізик В.Л. Гінзбург говорив про те, що «відкриття нових каналів, можливість існування та реєстрації невідомих ще полів і частинок не можна вважати виключеними. Ба більше, було

висловлено деякі гіпотези щодо цього. Однак як далеко зайде цей процес і чи з'явиться новий канал, що має скільки-небудь істотне значення? У цьому принаймні дозволено сумніватися»⁴⁷.

Подивімось на цю проблему з іншого боку. Нині ми маємо інформацію про наш Всесвіт, що свідчить про таке:

- вік Всесвіту становить $13,7 \pm 0,3$ млрд років;
- стала Габбла $H_0 = 71 \pm 4$ км / (с · Мпк);
- Всесвіт має плоску геометрію, тобто евклідову;
- Всесвіт буде розширюватися вічно, оскільки середнє значення густини матерії дорівнює критичній;

• загальний баланс матерії у Всесвіті: темної енергії, що має властивість антигравітації, — 74%; темної матерії (прихованої маси) 22%; видимої речовини — 4% (з них на зорі припадає менше 1%).

Якщо ця інформація відповідає об'єктивній реальності, то останній пункт явно вказує на те, що лише одна чверть матерії нашого Всесвіту може бути предметом астрономічних спостережень як прямих, так і непрямих. Порівнюючи з трьома чвертями, що припадають на темну енергію, це начебто й небагато. Але, погодьтесь, поле діяльності так чи так величезне, бо масштаби справді вселенські.

Астрономія може «претендувати» й на темну енергію, навіть якщо це енергія вакууму, за яку нині «відповідає» квантова фізика. Згадаймо, що розмови про домінування цієї субстанції в нашому світі розпочалися після встановлення 1998 р. факту прискореного розширення Всесвіту. Звісно, першість у вивченні темної енергії, мабуть, буде за фізиками, але астрономам залишаються всі прояви цієї енергії у Всесвіті. Тут ми ще майже нічого не знаємо.

Теоретична основа сучасної астрономії — не лише класична механіка, але й релятивістська, і квантова механіка, квантова теорія поля, тобто весь наявний арсенал сучасної фізики. Суттєвим для майбутнього астрономії стане створення (сподіваємось!) квантової теорії гравітації.

На окрему увагу заслуговує космологія, оскільки процеси, які вона вивчає, а отже, і поставлені нею проблеми часто лежать

⁴⁷Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике: Статьи и выступления. — М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. — 400 с. — (Наука. Мирозрение. Жизнь).

далеко за межами можливостей фізичного експерименту й астрономічних спостережень.

Класична методологічна схема: експеримент → відкриття → теорія → новий експеримент → підтвердження — вже часто в космології не спрацьовує. На зміну приходить схема: теоретичні моделі → перевірка їх на життєздатність у спостережній космології. Астрономічні спостереження, аналіз сучасних фізичних процесів, а також подій, що відбувалися в ранньому Всесвіті, дають змогу космології виявляти фізично наповнені моделі з великого переліку абстрактних математичних побудов. Щоправда, як зазначають самі космологи: «звісно, не можна забувати, що перевірка теорій на життєздатність не є повною мірою перевіркою на істинність. Але краса сучасних фізичних моделей, витонченість їх математичного обґрунтування іноді такі привабливі, що космологи працюють над цими моделями навіть за відсутності будь-яких експериментальних або спостережних фактів, що підтверджують правильність обраного шляху»⁴⁸.

Іншими словами, проблема співвідношення теорії та результатів у космології все більше й більше поглиблюється. Адже об'єкт може існувати реально, і все ж не проявляти себе на конкретному рівні емпіричної науки. У зв'язку з цим виникає питання: як спостерігати явища, що перебувають за межами видимості? Для астрономії воно не нове. Як приклад — дуже тривала в часі історія з відкриттям планет біля інших зір. Про них вели мову давно, а змогли відкрити лише наприкінці ХХ ст., коли з'явилися відповідні технічні можливості.

Щодо космології — ситуація інша, імовірно, навіть принципово інша. Адже йдеться про спостереження, наприклад, інших всесвітів, які, можливо, у принципі ми спостерігати не можемо. Отже, питання реєстрації — прямо чи непрямо — об'єкта пізнання залишається для астрономії, як і для будь-якої іншої науки, визначальним. Все те, що ми, образно кажучи, «не бачимо», залишається поза межами науки. Це фундаментальний методологічний принцип, на якому тримається й астрономія також.

⁴⁸Астрономия: век XXI / Ред.-сост. В. Г. Сурдин. — Фрязино: Век 2, 2007. — 608 с.

Планета. Письменники-фантасти у своїх творах вже давно відправили землян у далекі зоряні й галактичні світи. Для цього вони використали різні засоби переміщення у просторі й навіть часі. Однак за всіма цими мандрями якось призабулось те, що кожен землянин є справжнім, а не фантастичним, космічним мандрівником. І летить він на унікальному, єдиному для всіх, космічному кораблі — планеті Земля.

Дійсно, так склалося, що ми є планетарною формою життя. Тобто нам комфортно саме на такому небесному тілі, як наша планета, що є піщинкою в безмежжі Всесвіту. Ні будь-якої природи зоря, ні міжзоряний простір з погляду середовища життя не підходять для нас з вами. Ба більше, і не всі планети також. Одразу відпадають планети-гіганти, тобто газові масивні планети, де відсутні не лише тверді поверхні, а й усі інші фізичні умови для життя нашого типу. Планети земного типу, тобто ті, що мають тверді поверхні, кращі кандидати в цьому сенсі, але для такої планети мусить строго виконуватись умова — вона має міститися у зоні життя своєї зорі.

Розгляд питань, пов'язаних з будовою і природою тіл Сонячної системи, можна виконувати (принаймні для рівня стандарту) саме під таким кутом зору — планети як потенційне місце життя. Нагадаймо, що питанню життя у Всесвіті присвячено окрему тему на завершення курсу.

Нові підручники астрономії наводять визначення поняття планети, яке запровадив Міжнародний астрономічний союз 2006 р., коли розглядав питання про десяту планету Сонячної системи. Відкриття у поясі Койпера об'єктів, співмірних з Плутоном, змусило астрономічну спільноту уточнити поняття планети й обмежити кількість великих планет Сонячної системи. Відтак їх залишилось вісім, а Плутон, раніше дев'ята планета, очолив нове сімейство об'єктів — карликові планети.

Чіткий поділ планет на тверді (останнім часом зустрічаємо все частіше термін скелясті) й газоподібні дає змогу ознайомити учнів з кожною групою окремо, а потім порівняти їх. Оскільки час, відведений на вивчення курсу астрономії, дуже малий, то раціонально розглядати планети не кожную взятую окремо, а за їх фізичними характеристиками (розмірами, масою) та будовою атмосфери, поверхні і внутрішнього стану. За цими ж параметрами

доцільно робити порівняння планет земної групи та планет-гігантів.

Важливо, з погляду процесу навчання астрономії, відзначити два моменти, пов'язані з дослідженням планет. Перший: планети Сонячної системи — це тіла в найближчому до нас космічному просторі. Саме тому (і завдяки космонавтиці) ми можемо докладно їх дослідити. Біля всіх великих планет вже побували космічні зонди, а на поверхні Венери й Марса здійснено посадки автоматичних космічних апаратів. (Принагідно зазначимо, що космічні зонди досліджували з близької відстані чи здійснювали посадки й на поверхні супутників планет, астероїдів та ядер комет.) Завдяки цьому отримано величезну кількість наукової інформації про ці тіла Сонячної системи.

Але оскільки до недавнього часу ми не знали планет чи планетних систем біля інших зір, то питання походження Сонячної системи та її еволюції на великих проміжках часу залишались мало вивченими. Астрономи просто-напросто не мали з чим порівнювати нашу планетну систему, як це вони роблять, наприклад, у разі вивчення походження й еволюції зір. Це другий важливий момент, на який мусимо звертати увагу під час розгляду питань про планети.

Нова тема для астрономії — екзопланети, тобто планети, що обертаються навколо інших зір. Успіхи у відкритті екзопланет привернули до цього нового розділу астрономії не тільки суспільну увагу, але й фінансування. Тому нині в розпалі розробка потужних наземних і космічних приладів для виконання досліджень (поступ у цій справі дуже відчутний, якщо вже навіть аматори астрономії стали відкривати екзопланети).

2008 р. в астрономії відбулись історичні події. Уперше вдалося прямо побачити і сфотографувати планету поблизу зорі Фомальгаут (сузір'я Південної Риби), а в зорі HR 8799 із сузір'я Пегаса зафіксували планетну систему з трьох об'єктів.

Якщо коротко, то історія пошуку планети біля зорі Фомальгаут така: у 1980-х роках інфрачервоний орбітальний телескоп IRAS відкрив навколо зорі яскраву пилову хмару. Відтоді науковці розглядали Фомальгаут серед найперспективніших кандидатів на пошуки екзопланет. 2004 р. зорю почали досліджувати з допомогою Космічного телескопа імені Габбла. Рік потому вчені

припустили, що частина пилового диска перебуває під гравітаційним впливом якогось об'єкта, імовірно планети, що міститься між зорею і внутрішньою межею диска.

Новий знімок, зроблений HST, показав: планета є, її можна побачити навіть в оптичному діапазоні. Телескоп розгледів ледве помітну яскраву цятку на відстані у 2,9 млрд км від внутрішньої межі пилового кільця — це планета. Її масу оцінено в три маси Юпітера. Сама система зорі Фомальгаут ще зовсім молода — їй «лише» 200 млн років, а тому в ній відбувається активний процес формування планет (на це вказує наявність протопланетного газопилового диска).

Нині вже відомі кілька тисяч екзопланет і навіть планетні системи поблизу інших зір, але, що дивно, розміщення екзопланет-гігантів відрізняється від того, що ми спостерігаємо в Сонячній системі. Майже всі вони обертаються на близьких відстанях від своїх материнських зір, навіть ближче, як Меркурій від Сонця. Цей факт означає, що ми справді мало ще знаємо про формування планетних систем (можливо, доведеться переглядати й теорію формування Сонячної системи). Однак зауважимо, астрономи ще дуже мало спостерігають екзопланет, щоб робити якісь узагальнення щодо їх походження й еволюції. Це одна з найважливіших нерозв'язаних проблем сучасної астрофізики. Астрономи сподіваються вирішити її в найближчій перспективі, адже ось-ось мають увести в дію телескопи нового покоління. Такі телескопи дозволять спостерігати утворення планет і планетних систем на різних етапах: від їх зародження до розпаду. А це означає, що питання вивчення походження й еволюції планет швидко просунеться уперед.

Відкриття екзопланет поставило перед астрономами ще одне питання, яке вимагає додаткових досліджень. Ідеться про дуже масивні, як для екзопланет, але маломасивні, як для зір, об'єкти. До таких відносять, зокрема, коричневі карлики. В астрономії ще не визначено межі між коричневими карликами й великими планетами. Зазначимо, дотепер не існує єдиної думки про те, чи відносити коричневі карлики до зір: вони явно не дотягують до маси, потрібної для запуску термоядерної реакції перетворення водню в гелій (близько 75—80 мас Юпітера). Але в них уже відбувається злиття ядер дейтерію (а якщо їхня маса перевищує 65 мас

Юпітера, то можуть «горіти» і ядра літію). Саме це і є для багатьох астрономів критерієм для виділення таких об'єктів в окрему групу. Супротивники цього погляду вважають основним параметром не масу, а походження небесного тіла: чи сформувалось воно як окрема зоря, чи як частина цілісної планетної системи.

У зв'язку з відкриттям екзопланет з новою силою постало питання пошуку життя поза межами Землі. Про це докладніше буде сказано далі, а тут ми зупинимо увагу лише на одному аспекті цієї проблеми — зоні життя. Згадаймо, що так в астрономії називають інтервал відстані, в межах якого має перебувати планета від своєї зорі, щоб бути потенційно придатною для життя. (У Сонячній системі ця зона лежить у межах 0,95—1,37 а.о. від Сонця.)

Зоря. Зір людини влаштований так, що окрасою нічного неба є зорі, а не якісь інші небесні тіла. Дуже слабкими туманними цятками бачимо ми, наприклад, туманності чи галактики (серед галактик є лише три, які можна спостерігати неозброєним оком). Не дивно, що головну увагу людей з давніх-давен привертало зоряне населення небесної сфери. Але якими бачили зорі протягом життя люди? Незмінними. Якщо планети, ці «яскраві зорі, що постійно блукають небом», змінювали свої положення на небесній сфері, а Місяць — навіть свій зовнішній вигляд, то зорі не змінювали нічого: ні місця розташування на небі, ні свого блиску. Якщо ж удавалось побачити зміну блиску зорі, то це вважали дивом і переказували про цю подію з покоління у покоління.

Незмінність у світі зір дозволила нашим пращурам виділити на небі їх окремі групи (сузір'я), а по найяскравіших з них намалювати візерунки (фігури) сузір'їв, ув'язавши ці фігури зі своїм земним побутом, міфологією та релігією. Частина давніх уявлень про зорі й сузір'я (найвідоміші серед них — давньогрецькі) дійшла до нас і є окрасою культури земної цивілізації.

Досвід спостережень незмінної складової зоряного неба було закріплено у вигляді сфери нерухомих зір системи світу Птолемея, а згодом і системи світу Коперника. Лише після появи телескопа, що дозволив спостерігати слабкі зорі, а також визначення перших відстаней до зір (а це були, звісно, найближчі до нас зорі) стало зрозуміло, що зір на небі значно більше, ніж ми їх бачимо неозброєним оком, і що вони лежать на різних відстанях від Землі.

Дізнавшись про відстані до зір, які виявились просто неймовірно великими порівнюючи з відстанями на Землі, дехто (згадаймо філософа О. Конта) засумнівався, що людина коли-небудь зможе зрозуміти природу цих небесних тіл. Невдовзі, однак, було розроблено метод спектрального аналізу, й те, що віками було загадкою, стало поволі розкривати свої таємниці.

Треба звернути увагу учнів на описану вище історію щодо встановлення природи зір: у науці так буває, коли з'являються сумніви, що можна пройти далі шляхом пізнання якогось явища чи об'єкта. Але історичний досвід свідчить — проблеми, що виникають на шляху пізнання довкілля, людський розум здатен подолати.

Чим важливі зорі для нас? Не лише тим, що є окрасою нічного неба, а насамперед тим, що ми мешкаємо поблизу однієї з них. Причому життя на нашій планеті повністю залежить від цієї зорі (йдеться про Сонце). Є ще і третій, можливо, найважливіший аспект: багато з того, що ми спостерігаємо, наприклад планети, міжзор'яні хмари пилу, галактики, а передусім, ми самі, є можливим з однієї причини — у нашому Всесвіті народжуються, живуть і помирають зорі. Життя зорі видається дуже тривалим лише у порівнянні з життям людини. Мають проминути десятки чи сотні тисяч років, щоб помітити суттєві зміни на зоряному небі Землі. Але був час, коли у Всесвіті взагалі не існувало зір, і в далекому майбутньому їх також не стане.

Зараз астрономи вже багато дізнались про зорі, про їх походження, еволюцію й кінцеві стадії існування. Відомо, що життєвий шлях зорі визначає її маса. Ба більше, ця фізична характеристика є найголовнішою на стадії формування зорі, коли з міжзор'яної газопилової хмари виникає її зародок: неодмінною умовою виникнення зорі є початок в його надрах термоядерної реакції. Що вища початкова маса газової кулі, з якої формується зоря, то більшою буде густина й температура в її центрі. За умови досягнення протозорею деякої критичної маси в її надрах розпочинається синтез елементів. Водень перетворюється в гелій — народжується зоря. Якщо ж маса менша критичної, то виникає об'єкт, який в астрономії називають коричневим карликом.

Зауважимо, що докладне вивчення ранніх етапів формування зір почалося лише в середині 90-х років минулого століття. Саме

тоді спостереження космічних апаратів відкрили такі щільні хмари (більше 10 тис. атомів у кубічному сантиметрі), що вони виявились непрозорими навіть для теплового (інфрачервоного) випромінювання, яке зазвичай вільно проникає крізь заповорошені ділянки космічного простору. Ці інфрачервоні темні хмари в сотні тисяч разів масивніші, ніж Сонце, тобто набагато масивніші від тих хмар, які раніше відкривали в оптичному діапазоні. Такі хмари на 98% складаються з водню (у вигляді окремих атомів і молекул H_2) і гелію, які практично не заважають проходженню світла, але решта — 2% маси — це більш важкі елементи, з яких утворені крихітні тверді частинки розміром в соті частки мікрона. Ось ці пилинки якраз і поглинають та розсіюють випромінювання, а тому побачити процес формування зорі від самого початку дуже складно.

Найцікавіші результати про особливості зародження зір отримують з допомогою інфрачервоних телескопів та радіотелескопів субміліметрового діапазону. Їх встановлюють на літаках, що піднімаються в стратосферу, або ж на космічних апаратах, бо випромінювання цих діапазонів майже повністю поглинає атмосфера Землі.

Проблема ще й у тому, що більшість ділянок зореутворення в нашій галактиці лежать на значних відстанях від нас і досліджувати їх поки що ми не в силі. За нинішніми оцінками (звісно попередніми) упродовж року в Галактиці утворюється в середньому лише кілька зір.

У надрах зір, як відомо, відбуваються термоядерні реакції — з легких хімічних елементів синтезуються важчі. (До слова, перебіг цих реакцій у надрах Сонця астрономи підтверджують, реєструючи нейтрино, які виникають у таких реакціях.) Важливо, що процеси синтезу залежать від маси зорі, тобто якщо зоря маломасивна (наприклад як Сонце), то з водню синтезується гелій і на цьому все закінчується. Якщо маса зорі більша, то термоядерний синтез триває до утворення вуглецю і ще далі — аж до елементів групи заліза.

Ці реакції відбуваються з виділенням енергії — кожен грам речовини дає до 10^{12} джоулів. Процес синтезу елементів важчих, ніж залізо, потребує більшої енергії, ніж є у зорі, а тому не може тривати далі й підвищувати температуру зорі. Тобто фактично

«термоядерні реактори» масивних зір зупиняються на етапі утворення заліза.

Хоча головний чинник, що визначає життєвий шлях зорі, це її маса, але певний вплив має і той хімічний склад, який зоря отримала під час народження. Відомо, що перші зорі у Всесвіті склалися практично повністю з водню і гелію. Наступне покоління зір вже містило помітну частку важчих елементів, синтезованих у зорях першого покоління. Цей факт для нас дуже важливий, адже не лише до складу зір другого покоління потрапили важкі хімічні елементи — вони входять до складу планет, а також людського організму. Кисень, азот, вуглець та інші елементи, без яких годі уявити наше існування, колись утворилися всередині зір, а потім були викинуті в навколишній простір. З цього «попелу давно згаслих зір» і утворене Сонце, планети й ми з вами.

Астрономи досі не в силі «як слід зазирнути» в надра будь-якої зорі, щоб побачити докладно її внутрішню будову. Тому лише математичні розрахунки, що спираються на відомі закони фізики та загальні характеристики зорі (масу, радіус, середню густину речовини, хімічний склад), дозволяють зрозуміти її будову, а також те, як зоря буде змінюватися з плином часу. Теоретичні розрахунки внутрішньої будови зір в астрономії називають моделями зір. Зрозуміло, що модель лише з певним наближенням є відповідною до справжньої структури зорі. Однак порівняння моделей з результатами астрономічних спостережень допомагає зробити уточнення таких моделей чи навіть відмовитись від деяких з них. Нині для побудови моделей зір використовують потужні комп'ютери, але ця наукова робота дотепер все ще є складною.

Зробимо важливе зауваження, що стосується до побудови моделей зір. Європейський супутник «KoRoT», який спостерігав зорі з метою пошуку поблизу них екзопланет, зумів зареєструвати явище «зоретрусів». Їх спричиняють акустичні хвилі, що виникають глибоко в надрах, виходять на поверхню і впливають на світність зорі. Інформація про зоретруси дозволяє астрономам визначити масу, вік і навіть хімічний склад зорі. Фактично на наших очах виник новий метод визначення фізичних характеристик зір та їх внутрішньої будови. Зауважимо, що уперше такі явища були зареєстровані на Сонці. Відтоді астрономи вважають

це відкриття справжнім проривом у дослідженні надр нашої зорі. Так само, як і поширення сейсмічних хвиль у тілі Землі дає інформацію про внутрішню будову планети, звукові хвилі, що пробігають по всій поверхні Сонця, несуть інформацію про те, що відбувається глибоко в його надрах і як енергія передається від них до поверхні зорі.

Більшу частину свого життя (приблизно 90% часу) зоря проводить на головній послідовності діаграми Герцшпрунга—Рессела. Це найспокійніший етап існування зорі, для якого властивий баланс двох сил: сили гравітації, що намагається стиснути речовину зорі до її центра, і сили газового тиску, яка намагається розпорозити ту саму речовину в космічному просторі. Рівновага вказаних сил — запорука стабільності зорі як небесного тіла.

У процесі навчання астрономії потрібно неодмінно звертати увагу на діаграму Герцшпрунга—Рессела. Її можна взяти за основу під час розгляду всіх питань, пов'язаних з темою «Зорі. Еволюція зір». Адже ця залежність пов'яже всі відомі на сьогодні типи зір, а також вказує на їх еволюційні шляхи (на діаграмі — треки).

Тривалість існування зорі залежить від її початкової маси: що масивніша зоря, то яскравіше вона світить, а отже, і швидше спалює своє ядерне паливо. Якщо зорі типу Сонця живуть майже 10 млрд років, то гіганти в 10 разів масивніші згорають за 25 млн років. А карлики, тобто зорі з масою в половину сонячної, будуть жити майже 100 млрд років, що, зауважте, набагато більше нинішнього віку Всесвіту.

Наприкінці життя зоря позбувається верхнього шару речовини. Масивні зорі роблять це через вибух, що є причиною явища наднової зорі, а маломасивні — спокійно скидають у космічний простір верхню оболонку, яка перетворюється у планетарну туманність. Отже, кінцевий етап існування зорі розпочинається з того, що виникає туманність, яка з часом розсіюється в космічному просторі, і, залежно від маси зорі, виникає компактний об'єкт — білий карлик, нейтронна зоря або чорна діра. Такі об'єкти починають жити власним життям, основні етапи якого нині зрозумілі.

Можна сказати, що зорі є своєрідним ланцюгом, який з'єднує між собою два інших, не менш цікавих, сімейства об'єктів нашого Всесвіту. Ідеться про галактики, для яких зорі є неодмінним

елементом, і планети, що утворюються поблизу зір. Не розуміючи, як утворюються зорі, годі сподіватися вирішити загадки галактик або екзопланет, відкритих за межами Сонячної системи.

Ще трохи про Сонце. Згадаймо достеменний факт — ми живемо фактично в межах сонячної корони. Це означає, що дослідження нашої зорі має не лише суто наукове значення, але важливе для вирішення практичних, життєвих завдань. Відомо, наприклад, що Сонце формує космічну погоду, під впливом якої перебувають усі наші космічні засоби.

Нині на орбіті працює багато космічних апаратів. Вони забезпечують телевізійні трансляції, телефонний та інтернет-зв'язок, GPS-навігацію й метеорологічні прогнози. Більшість із них відкриті для всіх «космічних вітрів», що дмуть від Сонця. Лише деякі апарати (зокрема Міжнародна космічна станція, МКС) літають не дуже високо, а тому перебувають у межах захисного поля — земної магнітосфери. Проте настане час, коли пілотовані кораблі вирушать на освоєння Місяця, а то й Марса. Звісно, вони опиняться під впливом космічної погоди. Отже, цю стихію потрібно вивчати.

Саме для такої мети 2001 р. розпочато наукову програму «Життя із зорею» (Living with a Star, LWS). Основна стратегія, розроблена вченими, нагадує ту, яку використовують метеорологи на Землі. У космос спрямують низку супутників, які будуть виконувати постійні спостереження за різними параметрами сонячної атмосфери. Згідно з планом програми LWS, станом на 2015 р. на різних етапах реалізації перебувало п'ять різних космічних місій.

Космічний зонд першої з них, місії «Обсерваторія сонячної динаміки» (Solar Dynamics Observatory, SDO), виведено на геостаціонарну орбіту 2010 р. Його завдання — визначення сумарного потоку короткохвильового ультрафіолетового випромінювання Сонця, реєстрація звукових хвиль у фотосфері та вимірювання фотосферного магнітного поля з дуже високою роздільною здатністю і в проекції на всі три просторові осі.

Міжзоряне середовище. Коли ми спостерігаємо зоряне небо, то простір між зорями нам здається порожнім. Насправді це не так, міжзоряне середовище — складна динамічна система, яку утворюють газ і пил різної густини й температури, а також магнітні поля та

всі види електромагнітного випромінювання, космічні промені і, звісно, невидима темна матерія.

Про міжзоряне середовище в астрономії стало відомо після того, як на початку XX ст. швейцарський астроном Роберт Трюмплер відкрив поглинання (ослаблення) світла зір на шляху до земного спостерігача. Хоча здогадки про це висловлювали й раніше.

Основним компонентом міжзоряного середовища є газ, що складається з нейтральних та іонізованих атомів і молекул. Основну масу газу становлять атоми водню й гелію (відповідно близько 90% і 10% за кількістю атомів) з невеликими домішками кисню, вуглецю, неону, азоту (близько 0,01% кожного). Найпоширенішою молекулою є H_2 (цей молекулярний водень зосереджений у хмарах). Крім того, в малій кількості в міжзоряному середовищі є CH , OH , H_2O , NH_3 , CH_2O та інші неорганічні й органічні молекули.

Міжзоряний газ майже рівномірно перемішаний з пилом (близько 1% маси міжзоряної речовини), що складається з частинок мікронних розмірів. Дрібні частинки — це, головню, Fe , SiO_2 , більші мають частково графітові ядра, можливо з домішкою заліза, й оболонки із замерзлих газів CH_4 , NH_3 , H_2O та інших.

Типова хмара атомарного нейтрального водню має розміри від 10 до 100 пк, а її температура становить близько 70 К. Щільність такої хмари незначна — кілька десятків атомів у кубічному сантиметрі простору. Зверніть увагу, хоча таке середовище астрономи вважають хмарию, у звичному (побутовому) розумінні це — глибокий вакуум.

Хмари молекулярного водню ще холодніші й щільніші та майже повністю непрозорі для видимого світла. Саме в них зосереджена велика частина холодного міжзоряного газу й пилу, і саме в них відбуваються процеси, що приводять до народження зір. Розмірами ці хмари приблизно такі самі, як і хмари атомарного водню, але їхня щільність у сотні й тисячі разів вища. Тому маса речовини, що зосереджена у великих молекулярних хмарах, становить тисячі й навіть мільйони мас Сонця. Їх, зауважимо, спостерігають у радіодіапазоні на довжині хвилі 21 см, яку випромінює нейтральний молекулярний водень.

У нашій галактиці хмари займають близько 10% об'єму її диска. Газ і пил разом із зорями рухаються в диску Галактики навколо її центра майже коловими орбітами із середніми швидкостями 100—200 км/с. Окремі хмари міжзор'яного газу мають власні (пекулярні) швидкості, величина яких у середньому становить 10 км/с, але іноді може досягати 50—100 км/с. У галактичній короні виявлено газ, що падає на диск Галактики зі швидкостями в десятки й сотні (до 200) км/с.

Деяка частина міжзор'яної речовини нагріта до дуже високих температур, а тому «світиться» в ультрафіолетових і рентгенівських променях. У рентгенівському діапазоні випромінює найгарячіший газ, що має температуру майже мільйон градусів. Це — галактичний корональний газ, названий так за аналогією з розігрітим газом у сонячній короні. Корональний газ відрізняється дуже низькою густиною: приблизно один атом на кубічний дециметр простору (1000 атомів у 1 м^3).

Гарячий розріджений газ утворюється внаслідок потужних вибухів — спалахів наднових зір. Від місця вибуху в міжзор'яному газі поширюється ударна хвиля, що й нагріває газ до високої температури. А це приводить до того, що газ стає джерелом рентгенівського випромінювання. Про існування такого газу стало відомо не так давно, у 70-ті роки XX ст., коли рентгенівська астрономія досягла відповідного рівня розвитку. Сьогодні астрономи використовують видимі в рентгені течії гарячого газу для дослідження процесів переносу енергії від зір до міжзор'яного середовища.

Міжзор'яне середовище заповнене речовиною повсюдно, але нерівномірно, принаймні в Галактиці. Хмари пилу й газу концентруються на зоряному небі Землі до смуги Молочного Шляху. Такі темні туманності, як, наприклад, Кінська Голова, і є місцем скупчення міжзор'яної речовини з високою щільністю. Газ і пил закривають світло зір, що лежать за цими хмарами, а тому ми бачимо на небі темні (майже чорні) плями.

Окрім газу й пилу, до складу міжзор'яного середовища зараховують потоки елементарних частинок, тобто космічні промені, й електромагнітне випромінювання. Частинки, складові космічних променів, мають величезні енергії — від 10^6 до 10^{20} Ев. І хоча таких частинок у міжзор'яному середовищі набагато менше, ніж інших

компонентів, їх загальна енергія в 1 см^3 становить майже 1 Ев, що перевищує енергію теплового руху міжзоряного газу. Космічні промені високих енергій слабо взаємодіють з газом і пилом, зрідка спричиняючи в них ядерні реакції. Менш енергійні частинки (10^6 — 10^7 Ев) здатні нагрівати та іонізувати міжзоряний газ, а тому вони є одним з основних джерел нагрівання хмар нейтрального водню.

У міжзоряному середовищі також зареєстровано магнітні поля, що пов'язані з хмарами газу й рухаються разом з ними. Ці поля приблизно в 100 тис. разів слабкіші, ніж магнітне поле Землі. Але їх роль, наприклад у народженні нових зір, дуже важлива, адже вони сприяють утворенню надщільних і холодних хмар газу, в яких і виникають зорі.

Звідки взялися складові міжзоряного середовища, наприклад, нашої галактики? Якщо взяти газ, то він має принаймні три складники. Це, по-перше, газ, що існував ще до появи Галактики, по-друге, — газ, який потрапив до складу Молочного Шляху внаслідок падіння на нього карликових галактик, і, по-третє, це той газ, що був викинутий (чи втрачений) зорями на останніх етапах їх існування.

Отже, міжзоряне середовище, як на те, є прабатьківщиною нашого Сонця і планетної системи. Зрештою майже вся речовина Сонячної системи колись знову повернеться до його складу. А тому можемо говорити про певний кругообіг речовини, зокрема в нашій галактиці.

Галактика. Наш всесвіт вражає уяву людини своїми масштабами. У курсі астрономії ми розглядаємо як малі за розмірами й масою об'єкти, ті, наприклад, що породжують явище метеора в атмосфері Землі, так і величезні космічні утворення, до яких, зокрема, належать галактики. Астрономи ще не сформулювали чіткого поняття галактики, але всі погоджуються, що це гравітаційно пов'язана система із зір, газу й пилу, темної матерії та електромагнітних полів.

Сто років тому мало що знали про існування галактик. Досліджували нашу зоряну систему, а щодо інших «спіральних островів» точилися гострі дебати. Частина астрономів (ще від В. Гершеля) готова була визнати їх зоряними системами, схожими будовою на нашу, а інша частина вважала, що це скупчення зір, оповитих

газом і пилом, які належать Галактиці. Як завжди буває в науці, на той час астрономам не вистачало інформації, щоб зробити правильний вибір із двох запропонованих гіпотез.

Зауважимо, що 1899 р. німецький астроном Юліус Шейнер виявив схожість між оптичними спектрами Сонця й відомої нам Туманності Андромеди. Учений висловив припущення, що туманна пляма в сузір'ї Андромеди, можливо, є величезним скупченням зір, схожих на Сонце.

Невдовзі після цього американський астроном Весто Слайфер встановив, що лінії в спектрах випромінювання більшості «спіральної плями» зміщені в червону ділянку. Для пояснення своїх спостережень дослідник залучив ефект Доплера, з чого випливало, що ці об'єкти віддаляються від нас, причому з досить великими швидкостями. Але й після цього «спіральні плями» ще не стали галактиками. Не вистачало головного доказу — визначеної відстані хоча б до однієї з них.

Цей доказ, як відомо, знайшов 1924 р. Едвін Габбл, коли визначив за цефеїдами відстань до Туманності Андромеди. Після цього існування інших галактик у нашому Всесвіті стало доконаним фактом. Майже одразу Е. Габбл розробив класифікацію галактик, трохи пізніше, з червоного зміщення ліній у їхніх спектрах, виявив факт розширення Всесвіту, що стало першим підтвердженням ідеї про нестаціонарність нашого світу.

Сонячна система міститься в диску Молочного Шляху — спіральної галактики, яких у нашому Всесвіті налічують мільярди. Зрозуміло, досліджувати об'єкт, до складу якого входить Земля, астрономам складно: багато частин Галактики ми не можемо спостерігати, бо їх закривають наші сусіди (зорі, газ і пил). Ось чому в астрономії знають набагато більше про деякі інші галактики, ніж про Молочний Шлях. На цю особливість звертаємо увагу під час розгляду теми «Наша галактика».

Щоправда, незважаючи на складність спостережень центральних ділянок нашої галактики, за останні роки тут досягнуто безперечного прогресу. Поєднавши дані, отримані телескопами, розміщеними на Гавайях, в Аризоні та Каліфорнії, астрономи розгледіли в центрі Галактики структури з роздільною здатністю трохи меншою за 40 кутових мікросекунд (так із Землі можна побачити на Місяці бейсбольний м'яч). Водночас за 16 років спостережень

у найпотужніші телескопи група німецьких учених отримала інформацію про «серце Молочного Шляху» — надмасивну чорну діру в його центрі. Для цього астрономи спостерігали за рухом 28 найближчих до чорної діри зір, одна з яких за цей час встигла зробити повний оберт навколо неї.

За центр Галактики вважають об'єкт Sgr A в сузір'ї Стрільця. Саме тут ховається надмасивна чорна діра, що визначає все життя Молочного Шляху до самих його околиць. Щільна хмара міжзоряного пилу затуляє центр Галактики від прямого спостереження у видимому діапазоні. Для того, щоб «зазирнути» туди, астрономи використовують, наприклад, інфрачервоне випромінювання, здатне проникати крізь такий бар'єр.

Зрозуміло, що спостерігати прямо чорну діру неможливо. Про неї доводиться дізнаватись за непрямыми ознаками. Саме тому в дослідженні, про яке згадувалось вище, використали зорі, що лежать поблизу об'єкта Sgr A.

Відомо, що зорі уникають самотності, а тому утворюють різні за чисельністю зоряні скупчення. Як з'ясувалось, галактики також входять до скупчень, але вже галактичних. Молочний Шлях разом з 52 найближчими до нього галактиками утворює так звану Місцеву групу галактик. Зауважимо, що з півсотні зоряних островів цієї групи лише два — Молочний Шлях і Туманність Андромеди (M31) — є великими галактиками, всі інші — галактики-карлики.

Найближчу галактику (M81) з тих, що лежать за межами Місцевої групи, можна спостерігати в найпростіший телескоп у сузір'ї Великої Ведмедиці. А найбільше з галактичних скупчень, що є неподалік Місцевої групи, — це галактики в сузір'ї Діви. У його центрі міститься відома еліптична галактика Vir A (M87).

Ще далі лежать мільярди галактик і квазарів, які астрономи мають змогу реєструвати з допомогою найпотужніших наземних та космічних телескопів (телескопи Кек I і Кек II, Космічний телескоп імені Габбла та ін.). Дуже важливими для позагалактичної астрономії є результати Слоунівського цифрового огляду неба (Sloan Digital Sky Survey, SDSS), що охопив мільйони галактик на небесній сфері. Проект SDSS виконувала обсерваторія Апачі-Пойнт (США) протягом 2000—2014 рр. Його суть зводиться до того, що з допомогою ПЗЗ-матриці автоматичного 2,5-метрового телескопа отримували зображення ділянок неба в п'яти спектральних

діапазонах, а потім створювали бази даних небесних об'єктів за певними параметрами.

Зауважимо, що огляд зоряного неба на базі цифрових зображень і спектрометричних даних SDSS є одним з найудаліших проєктів в історії астрономії. Він істотно розширив обсяг досяжної всім астрономам інформації, адже доступ до цього огляду відкритий і безкоштовний.

Дуже далекі від нас галактики навіть у найбільші телескопи ми бачимо у вигляді цяток. На сучасних астрономічних зображеннях об'єкти, що мають зоряні величини близькі до 30^m , вже розрізнити важко: галактики то чи зорі. Такі об'єкти перебувають на межі видимого Всесвіту, а тому ми бачимо їх у дуже ранньому віці (згадаймо, що далі заглядаємо в глибини Всесвіту, то більш ранні етапи його розвитку спостерігаємо). На таких відстанях наш Всесвіт у середньому є однорідним, але за умови зменшення масштабів починає виявляти свою структуру.

Спочатку бачимо надскупчення галактик розміром близько трьохсот мільйонів світлових років, що утворюють відносно тонкі «нитки», або, якщо спостерігати їх перпендикулярно до площини зору, плоскі утворення («млинці»), близько тридцяти—шістдесяти мільйонів світлових років завтовшки. Надскупчення містять скупчення галактик розміром близько тридцяти мільйонів світлових років, а далі вже спостерігаємо окремі галактики.

Розміри галактик лежать у широких межах: найменші, карликові галактики, мають поперечники до тридцяти тисяч світлових років і маси до ста мільйонів мас Сонця. Розміри найбільших галактик — сотні тисяч світлових років, а їхні маси — тисячі мільярдів мас Сонця.

Галактики дуже відмінні за будовою, і пояснити нині цей факт астрономам ще вкрай важко. Можливо, одна із причин такого розмаїття — поширеність процесів взаємодії, зіткнення й навіть злиття галактик. Встановлено, що результат зіткнення двох галактик залежить не лише від їхніх розмірів, але й від швидкості, з якою вони зближуються. Якщо швидкість становить до 200 км/с, то галактики зливаються в одну зоряну систему. За швидкості до 600 км/с галактики відскакують одна від одної, як м'яч, що вдарився об стіну. Коли ж швидкість перевищує 1000 км/с на секунду, то удар є таким потужним, що галактики зазнають помітних руйнувань:

у космічний простір розлітаються їх окремі частини. Утім, найчастіше такі «уламки», утримувані силою гравітації, залишаються біля материнських галактик — таких прикладів астрономи спостерігають багато.

Окрім різного характеру взаємодій між зоряними системами, астрономи спостерігають багато активних галактик. Під активністю зазвичай розуміють процеси, що спостерігають у центрах таких галактик і які супроводжує виділення великої кількості енергії. Сьогодні астрономи мають універсальну модель активних галактик. Згідно з нею, в центрі активної галактики міститься чорна діра. Її маса може сягати мільярда сонячних мас, а тому вона притягає до себе газ із навколишнього простору. Внаслідок цього, навколо чорної діри утворюється величезний газопиловий диск, що у процесі обертання поступово розігрівається. Водночас, через тертя, газ і пил втрачають свою кінетичну енергію й поступово падають з прискоренням на чорну діру. Поблизу діри речовина розігрівається до мільйонів градусів, а тому починає потужно випромінювати в оптичному, рентгенівському та ультрафіолетовому діапазонах. Розрахунки вказують на те, що до тридцяти відсотків матерії, яка падає на чорну діру, перетворюються в енергію.

Відомо, що до активних галактик відносять радіогалактики, галактики Сейферта, а також квазари — все ще значною мірою загадкові об'єкти, хоча й минуло кілька десятиліть після їх відкриття. Нині в астрономії активно обговорюють ідею про те, що активні галактики відрізняються між собою не структурою, а орієнтацією відносно Землі. Тобто залежно від кута, під яким ми спостерігаємо активну галактику, бачимо різні прояви активності: дивимось на галактику зверху вниз (чи навпаки) — бачимо струмись частинки (джет), а отже, спостерігаємо об'єкт під назвою блазар. Його яскравість час від часу змінюється, бо струмись частинки (джет) неоднорідний. Якщо ми дивимось на галактику з ребра, то реєструємо від неї, головне, радіовипромінювання і, отже, спостерігаємо її як радіогалактику. Якщо ж спостерігаємо активну галактику під кутом до її площини, то реєструємо квазар.

Великою проблемою для астрономії є питання прихованої маси (чи темної матерії). Вона проявляє себе у гравітаційній взаємодії вже на рівні окремо взятої галактики (наприклад, пояснити швидкості руху периферійних зір навколо центра Молочного

Шляху неможливо без залучення ідеї про темну матерію). За останні чверть століття гіпотеза прихованої маси отримала ще кілька підтверджень. Темна матерія своїм тяжінням відхиляє світлові промені, а тому з початку 90-х років XX ст. її детектують, застосовуючи метод гравітаційного лінзування. Ще один доказ існування невидимої в електромагнітному випромінюванні матерії (зауважте, кажемо матерії, бо не знаємо — це частинки чи поля) отримано з допомогою спектрального аналізу космічного мікрохвильового випромінювання. Тепер вже ніхто не сумнівається в тому, що темна матерія існує. Однак якою є її природа — поки невідомо.

Хоча за сто років, що проминули від часу зародження поза-галактичної астрономії, з'ясовано багато питань щодо природи цих об'єктів Всесвіту, однак залишається багато нерозгаданого. Так, наприклад, питання еволюції галактик дотепер є маловивченим, а отже, і малозрозумілим. Саме тому дослідження галактик у наш час проводять багато колективів астрономів з різних астрономічних обсерваторій і наукових центрів. Зазвичай для цієї мети використовують потужні наземні й космічні телескопи. У космічний простір також спрямовують спеціалізовані космічні місії, метою яких є дослідження галактик.

Однією з таких місій є «Дослідження еволюції галактик» (Galaxy Evolution Explorer, GALEX), яку розпочато 2003 р. Відтоді космічний апарат GALEX вивчив десятки тисяч галактик в ультрафіолетовому діапазоні на відстанях до 9 млрд світлових років від Землі. Отримана інформація підтверджує гіпотезу поступової еволюції галактик, згідно з якою першими виникли спіральні галактики, а їх еліптичні посестри — це не інший «вид», а інший етап у розвитку цих зоряних систем.

Останнім часом поширилась думка про те, що масивні чорні діри та їхні галактики зростали у постійній взаємодії: галактика поступово накопичувала масу, а чорна діра поглинала все більше матерії. Це приводило до збільшення маси чорної діри, сприяло припливу до галактики все більшої кількості речовини. Що більшою стає чорна діра, то могутнішим є випромінювання з її околиць. Воно, з одного боку, стимулює народження зір у галактиці, а з другого, не дає змоги цьому процесу відбуватись занадто активно, підігріваючи міжзоряний газ і пил. Отже, розвиток галактики та її чорної діри відбувається взаємоув'язано.

Такий сценарій підтверджують дані, отримані з результатів досліджень сусідніх з нами галактик. Для них є характерним факт: центральні скупчення зір, що оточують надмасивну чорну діру, масою приблизно в 700 разів більші від неї. Це співвідношення справедливе для великої кількості відомих галактик.

Всесвіт. Наскільки великим є той зоряний світ, що оточує нас, і коли він виник або був створений — ці питання цікавлять людей з незапам'ятних часів. Проте початок сучасних наукових поглядів на Всесвіт віддалений від наших днів не більше ніж на 100 років. Їх основи заклав Альберт Айнштейн, створивши 1916 р. теорію гравітації, що замінила теорію Ньютона. Коли Айнштейн записав рівняння для рівномірно заповненого зорями Всесвіту, то отримав розв'язок, у якому кривизна простору була такою, що він «замикався» сам на себе. Такий замкнутий Всесвіт мав скінченні розміри, хоча меж у нього не було (образ цього світу — поверхня сфери). Теоретична модель, проте, мала явну неузгодженість з реальністю: взаємне тяжіння зір мало би стягнути такий замкнутий Всесвіт у точку. Тому Айнштейну довелося доповнити свої рівняння одним виразом, що позначав вигадане поле, яке мало породжувати «антигравітаційну» силу, здатну врівноважити гравітацію й утримати Всесвіт від стиснення.

Математик Олександр Фрідман, який був директором Санкт-Петербурзької геофізичної обсерваторії, одним з перших зрозумів, що в рівняннях Айнштейна насправді немає місця для стаціонарного Всесвіту, і в серії статей, опублікованих у 1922—1924 роках, показав, що ці рівняння допускають кілька розв'язків, тільки не статичних, а динамічних, тобто фактично показав неминучість розширення Всесвіту.

У роботах Фрідмана ще не було підкреслено, що будь-яке розширення Всесвіту мусить мати «початок». Важливість цього моменту першим усвідомив бельгійський учений, абат Жорж Леметр, який опублікував знамениту роботу «До теорії первинного атома», в якій, незалежно від Фрідмана, знайшов розв'язки рівнянь тяжіння для замкнутого Всесвіту, що розширюється. У початковому стані Всесвіт Леметра — невелика статична «кулька», у якій гравітація врівноважена антигравітацією; у якийсь момент («початок») кулька отримує певний зовнішній поштовх і, оскільки рівновага сил при цьому порушується, починає розширюватись. Цю початкову кульку Леметр назвав «первинним атомом».

Так виникло перше уявлення про «початок Всесвіту», втім, поки що без назви й навіть без того ефектного вибуху, яким ми уявляємо собі народження Всесвіту тепер. Нинішню назву цьому «початку початків» дав, як не дивно, завзятий супротивник теорії Леметра, знаменитий англійський астрофізик Фред Хойл. («Чи може теорія бути науковою, — запитував слухачів Хойл під час своїх лекцій, — якщо її придумав піп, а схвалив Папа Римський?!» До слова, Ватикан не просто схвалив теорію, але навіть оголосив її науковим підтвердженням доктрини «створення світу».) Саме Хойл на одній із своїх публічних лекцій обізвав раптове роздування «первинного атома» Біг Бенгом, у перекладі з англійської «Великою Хлопавкою» (у нашій літературі — «Великий Вибух», саме цей термін ми використовуємо в курсі астрономії), і ця глузлива назва закріпилася як науковий термін. Хойл мав підстави висміювати «Велику Хлопавку». Теорія Великого Вибуху в той час не мала інших експериментальних підтверджень, окрім габблівських, а вони тоді були для багатьох астрономів непереконливими.

Наступний крок у розвитку теорії Великого Вибуху зробив 1948 р. учень Фрідмана Георгій Гамов (народився в Одесі), який після 1933 р. жив і працював у Європі та США. Будучи фахівцем з фізики елементарних частинок (він навчався у Резерфорда і Бора), Гамов зрозумів, що та величезна густина, яка неминуче мала панувати у «первинному атомі» Леметра, створювала необхідні умови для синтезу атомних ядер з елементарних і легких частинок. Але він усвідомив також, що такий синтез може відбуватись різними шляхами, залежно від температури Великого Вибуху, тобто від того, був ранній Всесвіт гарячим чи холодним.

За умов гарячого Великого Вибуху, за розрахунками Гамова, зіткнення частинок мали б приводити до утворення ядер водню, потім — через важкий водень, дейтерій — ядер гелію і частково літію. Але оскільки за високих температур швидкості частинок були такими великими, що це призводило до руйнування ядра дейтерію, то й процес утворення гелію припинявся. Натомість холодний Великий Вибух мав сприятливі умови для його синтезу.

Гамов був переконаний, що температура «первинного атома» («ілем» у його термінології) становила мільярди градусів, а тому нинішній Всесвіт має складатись на 75 відсотків з водню та дейтерію і лише на 25 відсотків з гелію та дуже незначної частки

літію. (У нинішньому Всесвіті є ще мала частка відсотка важчих атомів, але вони утворилися пізніше, в «горнилі» наднових зір.)

Пізніше астрономічні спостереження підтвердили гамовські прогнози та його модель гарячого раннього Всесвіту. Але в сорокові роки XX ст., коли цю теорію тільки створювали, вона викликала серйозні заперечення насамперед тому, що Гамов, услід за Габблом і Леметром, вважав — Всесвіт має малий вік. І тоді у пошуках інших підтверджень своєї теорії гарячого Великого Вибуху Гамов висунув нову ідею.

Він зауважив, що гарячий ранній Всесвіт неминуче мав породжувати щонайпотужніше випромінювання на всіх довжинах хвиль. Фотони цього випромінювання разом з першими щойно народженими елементарними частинками (тепер ми знаємо, що це були кварки, нейтрино й електрони) створювали ту «первинну плазму», яка й була новонародженим Всесвітом. Щільність цієї плазми була такою великою, що фотони раз у раз натикалися на частинки й змінювали напрямок руху. У результаті вони не стільки літали, скільки «повзали в цій гушавині». (Віддаленою і слабкою аналогією такого «повзання» може бути рух фотона, що виходить з надр нашого Сонця. Визначено, що через зіткнення з частинками речовини фотон витрачає мільйон років (!) на те, щоб дістатися поверхні Сонця, і лише трохи більше восьми хвилин, щоб долетіти звідти до Землі.)

Але оскільки Всесвіт розширювався, він продовжував охолоджуватись, і в якийсь момент (пізніше було обчислено, що це відбулося приблизно через 300 тисяч років після Великого Вибуху) температура плазми впала до 3000—2700 К. За такої температури середня енергія фотонів (що зменшувалась разом з падінням температури) стала меншою від кулонівського притягання електронів і протонів один до одного, і ці частинки змогли безперешкодно об'єднатися в атоми водню (рекомбінувати). «Зв'язані» в атоми, частинки перестали заважати руху фотонів, і Всесвіт умить став «прозорим» для випромінювання: відбулося розщеплення світла й речовини. Отже, випромінювання, що виникло на початку існування Всесвіту, відокремилось від речовини й у подальшому стало існувати незалежно від неї, тобто відтоді практично перестало взаємодіяти з речовиною. Таке «залишкове випромінювання», міркував Гамов, може бути важливим свідченням на користь теорії гарячого Великого Вибуху.

Це мікрохвильове фонове випромінювання (інша назва — реліктове випромінювання), як відомо, випадково відкрили А. Пензіас і Р. Вілсон 1964 р. Нині дослідження його неоднорідностей дають змогу отримувати інформацію про будову раннього Всесвіту (вік приблизно 300 тис. років від початку Великого Вибуху).

Водночас теорію Великого Вибуху доповнили важливим елементом — інфляцією (А. Гут), яка тривала дуже короткий час на самому початку існування Всесвіту. Це доповнення вирішило проблеми горизонту Всесвіту та його плоскої геометрії. Головною відмінністю теорії інфляції від традиційної теорії Великого Вибуху став опис еволюції Всесвіту в період з 10^{-35} до 10^{-32} с. Гут наприкінці 70-х років минулого століття припустив, що швидкість розширення Всесвіту була високою протягом тривалішого часу, ніж передбачали раніше. Приблизно через 10^{-35} с Всесвіт перейшов у стан псевдовакууму, за якого його енергія була винятково великою. Тому розширення (роздування) відбувалося швидше, ніж згідно з теорією Великого Вибуху.

Наприкінці ХХ ст. астрономи вважали, що Всесвіт сформувався з участю двох гігантських сил. Першу з них спричинив Великий Вибух, який забезпечив неймовірно швидке розширення Всесвіту на ранній стадії його існування. Згодом енергія й маса стали конденсуватись в елементарні частинки, атоми, зорі й галактики, які все ще продовжували віддалятися одна від одної з великою швидкістю. Але друга сила, взаємне тяжіння галактик, поглинала кінетичну енергію розлітання, поступово уповільнюючи їх рух. З'ясувати характер такого уповільнення означало з кількох варіантів (сценаріїв) подальшого розвитку подій нарешті вибрати один: чи зупиниться розширення Всесвіту коли-небудь і зміниться на стискання, чи тяжіння недостатньо, і розширення, уповільнюючись, триватиме вічно.

Астрономи сподівались, що вивчення спалахів Наднових у віддалених на різні відстані галактиках, дозволить нарешті відповісти на поставлене вище питання. І відповіді справді було отримано. Тільки не зовсім ті, яких очікували. У справу втрутився вакуум, який, імовірно, і визначає долю Всесвіту. З'ясувалося, що Всесвіт не просто розширюється, а розширюється прискорено.

Згадаймо, що від 20-х років минулого століття в космології існувало три можливі сценарії розвитку нашого Всесвіту: нескінченне розширення; розширення з подальшим переходом до етапу

стискання аж до надщільного, дуже гарячого точкового стану; розширення — стискання — Великий Вибух — розширення. Який із цих сценаріїв втілюється насправді, визначає значення середньої густини речовини у Всесвіті. Встановити точне значення цього параметра зі спостережень було практично неможливо, адже з'ясувалось, що у Всесвіті існує невидима матерія. Проте відповідь прийшла з іншого боку.

1998 року дві групи дослідників, незалежно одна від одної, встановили, що дуже далекі Наднові першого типу мають світності менші, ніж це мусило б бути, якби Всесвіт заповнювала матерія, що створює силу тяжіння згідно з відомим законом Ньютона. Фактично це означає, що ці зорі перебувають від нас далі, ніж мали би бути у разі розширення Всесвіту під дією звичайної гравітації. Висновок, який випливав з цього відкриття, став приголомшливим — спостереження (зверніть увагу! не теоретичні міркування, а спостереження) свідчать про існування космологічного прискорення. Інакше: Всесвіт не просто розширюється, а розширюється все швидше і швидше.

Оскільки в нашому світі ніщо не відбувається без причини, то виникає небезпідставне запитання: що ж є причиною прискореного розширення Всесвіту. Ось тут і з'явилося припущення, що у Всесвіті є не лише звичайна й темна (невидима) речовина, але також присутня невідома складова, яка і сприяє (ба навіть забезпечує) його прискореному розширенню. Вона отримала назву «темна енергія». Ця, дотепер значною мірою таємнича, енергія заповнює, імовірно, Всесвіт рівномірно і має одну цікаву властивість, яку називають «від'ємним тиском». Це розуміють як відмінність тиску темної енергії від звичного нам тиску: темна енергія діє як антигравітація, вона розштовхує галактики у Всесвіті, унаслідок чого простір неначе розбухає, а ми спостерігаємо все це як розширення нашого всесвіту.

Прискорене розширення Всесвіту, як і розширення Всесвіту загалом, очевидно, є одним з найграндіозніших відкриттів за всю історію астрономії.

Ще в 50-х роках ХХ століття відомий радянський космолог А.Л. Зельманов звернув увагу на дивовижну пристосованість властивостей Всесвіту до розвитку в ньому життя. На думку Зельманова, інші всесвіти (якщо вони є!) розвиваються «без свідків». Погляди, згідно з якими наш Всесвіт такий, який він є, бо існуємо ми і в іншому

всесвіті існувати не могли б, отримали назву — антропний принцип. Суть його полягає в тому, що життя (зокрема ми з вами) — невідмінна складова Всесвіту, природний наслідок його еволюції. Всесвіт не є чимось зовнішнім відносно життя; з повною підставою можна сказати: «Всесвіт — це ми» (І.С. Шкловський). Тому не треба дивуватися, що він так дивовижно пристосований для життя.

Пояснимо антропний принцип на такому прикладі. Якби величина константи сильної взаємодії збільшилась хоча б на 10%, то перебіг реакції $p+p \rightarrow \text{He}_2+\gamma$ був би дуже швидким, а реакція $p+p \rightarrow d+e^++n$, що визначає весь нуклеосинтез у Всесвіті, була б не такою поширеною. За такої ситуації весь водень на ранніх стадіях розвитку Всесвіту перетворився б у гелій. Ні про яке життя, схоже на наше, в такому Всесвіті, де, зокрема, не існувало б води, не може бути й мови. Навіть незначна зміна константи сильної взаємодії зробила б найважливішу в нуклеосинтезі потрібну реакцію $3\text{He}_4 \rightarrow \text{C}_{12}$ неможливою. У цьому разі всі елементи із зарядом більше двох у Всесвіті практично були б відсутні.

Якщо залишатись на матеріалістичній позиції, то, звісно, не можна вважати, що Всесвіт був спеціально створений для того, щоб на якомусь етапі його розвитку в його крихітних просторово-часових ділянках виникло життя, навіть розумне життя. Який же висновок залишається зробити? Тільки один: вважати, що спостережуваний нами Всесвіт (називаємо його наш всесвіт) існує не в однині, а є величезна, можливо, нескінченна кількість різних всесвітів (з маленької літери). Ці всесвіти (і наш також) — суть флуктуація фізичного вакууму. В одному з цих світів склались такі фізичні умови, що уможливили нашу появу й існування. Природа інших всесвітів залишається таємницею, хоча космологи зараз і висловлюють певні припущення щодо цього.

Отже, наш всесвіт сприятливий для існування життя. Ба більше, є складові, які потенційно можуть утворювати життя земного типу. Проте до сьогодні астрономам не вдалося виявити бодай найпростіші ознаки існування життя за межами Землі. Хоча декілька наукових програм не дали позитивного результату, науковці продовжують спроби⁴⁹ знайти факти на підтвердження

⁴⁹Крячко І. П. Як астрономи життя у Всесвіті шукають [Електронний ресурс] // Астроосвіта: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — К.: 2008—2016. — Режим доступу: <http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/Yak-astronomy-zhyttia-u-vseshviti-shukayut-1.php> (дата звернення: 25.01.2016). — Назва з екрана.

існування життя на інших небесних тілах. Це стосується передусім до нашої планетної системи. Так новий космічний апарат NASA Mars Science Laboratory (MSL), що отримав назву Curiosity (Допитливість), має головну мету — знайти ознаки життя на Марсі.

Зрозуміло, що питання життя за межами Землі буде хвилювати людство до того часу, аж поки на нього не буде знайдено відповіді. І якою б не була ця відповідь — землян вона не заспокоїть: адже з думкою про відсутність у Всесвіті собі подібних людина навряд чи погодиться, а якщо з'ясується, що ми у цьому світі не самі, — тоді в нашої цивілізації відкриються неймовірні перспективи. На такі обставини варто звернути увагу під час розгляду питання життя у Всесвіті.

Висновки з розділу 2

- Модель методичної системи навчання астрономії, побудована з огляду на ідеї особистісно зорієнтованого, диференційованого і технологічно спланованого навчання учнів та методології добору змісту шкільного навчального предмета астрономія, орієнтована на учня як суб'єкта освіти й трактування астрономічних знань як засобу формування базових компетентностей особистості.

- Принципи побудови курсу астрономії у старшій школі ґрунтуються на ідеях: *цілісності* (курс логічно завершений — містить матеріал з усіх галузей астрономії); *наступності* (зміст курсу враховує підготовку, отриману учнями в базовій школі); *варіативності* (курс диференційовано за рівнями складності — базовий, що відповідає вимогам освітнього стандарту, а також академічний і профільний); *генералізації* (провідними елементами курсу є «вузли» змісту, що відображають головні розділи сучасного астрономічного знання); *гуманізації та гуманітаризації* (формування і виховання особистості та гуманітарна складова астрономічної науки як важливе завдання і суттєвий елемент навчального предмета).

- Культурологічна концепція добору змісту освіти відкриває шлях до трансформації наукової астрономічної інформації у сучасний шкільний курс астрономії на базовому й академічному рівні. Зміст курсу астрономії на профільному рівні потрібно добирати на основі поєднання науково-фундаментального й методологічного підходів.

Центральним компонентом змісту є система понять (понятійне ядро), сформоване на підставі генералізації навчального матеріалу, тобто виявлення головного, найважливішого. Іншими словами, всього того, що є основою астрономічного знання і що лежить в основі нинішнього розуміння світобудови, є підвалинами світогляду, дає уявлення про сучасну астрономічну картину світу як частину загальної наукової картини світу, а також стало складовою культури.



Віталій Лук'янець. «Світобудова» (Мироздание), 1973.
Копія картини художника з Інтернету.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

З тріади «вічних» взаємозалежних питань «навіщо?», «чому?» і «як?» навчати — останнє з огляду теорії видається найпростішим, адже його суть фактично визначають відповіді на перші два запитання. Водночас з огляду практики воно є найскладнішим, бо стосується організації й втілення процесу навчання в цілком конкретних умовах («тут» і «тепер»), які, окрім об'єктивних обставин, дуже сильно залежать і від суб'єктивних. Ідеться про те, що успіх процесу навчання на тлі його суто технологічних складових сильно залежить від взаємин учителя і учня.

3.1. Дидактичні умови реалізації навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

Навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі вимагає створення дидактичних умов, що мають бути основою, на якій вчитель конструюватиме конкретний навчальний процес. До таких умов відносимо методичне забезпечення та засоби навчання.

3.1.1. Цілепокладання у процесі навчання астрономії

Цілі астрономічної освіти у старшій загальноосвітній школі (розділ 1, п. 1.2) не вирізняються чіткою конкретикою, вони є загальними. Інакше має бути з навчальними цілями. Їх потрібно визначити чітко й конкретно. Адже процес навчання розпочинається з проектування його цілей. Правильно поставлена ціль має вирішальне значення в організації успішного навчання.

Отже, зважаючи на загальні цілі астрономічної освіти в старшій загальноосвітній школі, потрібно сформулювати цілі навчання астрономії (за нашою ієрархією — це цілі модуля (розділу, теми) чи уроку). Ми поділяємо думку про те, що цілі навчального предмета варто розподіляти на кілька головних компонентів: засвоєння знань; формування умінь і навичок; розвиток творчих здібностей. Така структура цілей загалом відповідає змісту соціального досвіду, який учень має опанувати в школі. Зрозуміло, що цілі мають бути спрямовані на результат навчання, виражений в дії учня (тобто на компетентності). Адже «виконуючи ці дії, розмірковуючи над їх виконанням, усвідомлюючи потребу в них та оцінюючи їх важливість для себе або суспільства, людина тим самим розвиває компетентність у тій чи іншій життєвій сфері»⁵⁰.

З позиції визначення цілей навчання астрономії цікава ідея О.Є. Лебедева (див. посилання 2 на с. 21) щодо їх поділу на дві групи. Першу з них він характеризує як цілі-інтенції. Вони визначають напрямок руху до результату, але не визначають сам результат, досягнення якого гарантовано, завдяки вивченню предмета. Це — цілі, спрямовані на формування потреб, ціннісних орієнтацій, світоглядних установок, розвиток інтересів та досягнення інших особистісних результатів. Другу групу цілей предмета становлять цілі, що описують кінцеві результати навчання, тобто ті результати, досягнення яких школа може гарантувати (звісно за певної пізнавальної активності самого учня та низки інших умов).

Визначаючи цілі навчання астрономії, потрібно мати на увазі те, що курс астрономії — єдиний шкільний предмет, який дозволяє формувати цілісне уявлення про Всесвіт та методи його пізнання людиною. Окрім цього, доцільно звернути увагу й на те, яким чином у процесі навчання можна буде розвивати такі якості учня, як вміння пізнавати і мислити, мистецтво спілкування (комунікативні здібності, мовна практика), інтерес до осмислення і перетворення дійсності, здібність до етичних вчинків, готовність до естетичного сприйняття довкілля, збереження свого здоров'я, вміння проводити дозвілля, схильність до самореалізації.

⁵⁰Пометун О. І. Теорія та практика послідовної реалізації компетентнісного підходу в досвіді зарубіжних країн // У зб. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О. В. Овчарук. — К. : «К.І.С.», 2004. — 112 с.

Аналіз наукових праць, в яких розглянуто питання цілей навчання, показує, що формулювання цілей навчання астрономії та їх змістове наповнення доцільно виконувати з дотриманням певних правил. Зокрема, цілі навчання мають бути: 1) принципово досяжними (завищені цілі призводять до того, що учні самоусуваються від вирішення поставлених завдань); 2) достатньо напруженими (орієнтованими на максимум можливостей учнів, щоб викликати в них високу активність); 3) конкретними (враховувати реальні навчальні можливості учнів); 4) усвідомлені учнями (інакше вони не будуть керівництвом до дії); 5) діагностичними (сформульовані однозначно, що дає змогу їх виявити, виміряти й оцінити).

Відомо, що ціль, задану і здійснювану в певних умовах, називають завданням. Зважаючи на це, цілі навчання астрономії на предметному рівні конкретизуємо в завданнях, вирішення яких забезпечує реалізацію цілей.

Автори останньої за часів СРСР методики викладання астрономії в середній школі основними завданнями курсу астрономії вважали такі: дати учням систему знань з основ астрономії і показати її значення для практики; сприяти виробленню в учнів марксистсько-ленінського світогляду; розкрити значення астрономії для прискорення науково-технічного прогресу; сприяти вихованню радянського патріотизму і соціалістичного інтернаціоналізму⁵¹. Український учений-педагог Н.О. Гладушина⁵² вказує на загальноосвітні, виховні та розвивальні завдання курсу астрономії.

Ми вважаємо, що нині в дидактиці астрономії існує проблема визначення завдань навчання астрономії у старшій школі, зокрема ще не сформовано їх остаточного переліку. Цю думку підтверджує те, що, наприклад, російські фахівці з астрономічної освіти Є.П. Левітан⁵³ та О.Ю. Румянцев (див. посилання 34 на с. 81) порізно формулюють завдання навчання астрономії.

⁵¹Методика преподавания астрономии в средней школе: Пособие для учителя / Б.А. Воронцов-Вельяминов, М.М. Дагаев, А.В. Засов и др. — 2-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1985. — 240 с.

⁵²Гладушина Н. О. Методика викладання астрономії в 10 класі: Посібник для учителів / Н. О. Гладушина. — К.: Рад. шк., 1985. — 136 с.

⁵³Левитан Е. П. Дидактика астрономии / Е. П. Левитан. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 296 с.

Аналіз робіт цих авторів, педагогічна реальність нинішнього етапу освітніх реформ, практика упровадження курсу астрономії в українській старшій загальноосвітній школі дають нам підстави сформулювати завдання навчання астрономії у профільній школі так:

1. Передати учням основи знань і умінь для правильного розуміння ними процесів та явищ, що відбуваються у Всесвіті, а також про його будову та еволюцію.

2. Сформувати вміння застосовувати знання для пояснення астрономічних явищ, розуміння їх взаємозв'язку у просторі і в часі.

3. Показати роль астрономії в культурі й формуванні природничо-наукової картини світу, розвитку науково-технічного прогресу.

4. Ознайомити учнів з основними методами астрономії, сформувати відповідні їм пізнавальні і практичні вміння.

5. Навчити учнів працювати з джерелами астрономічної інформації.

6. Сформувати поняття про Всесвіт — цілісну систему, що перебуває у стані саморозвитку й самоорганізації, про можливість виникнення та існування життя у Всесвіті.

7. Сформувати вміння виконувати астрономічні спостереження (візуально чи з використанням простих астрономічних інструментів), прості розрахунки, а також розв'язувати астрономічні й астрофізичні задачі.

Здавалося б, задавши предметні й рівневі (профільні) цілі та завдання навчання астрономії, можна перейти до формулювання модульних цілей, а також цілей кожного конкретного уроку. Проте цей етап неможливо виконати без розгляду питання цілепокладання, тобто процесу постановки цілі. Річ у тому, що цілі модуля (чи уроку) мають бути максимально деталізованими. Зазначену деталізацію й забезпечує функція цілепокладання.

Під цілепокладанням ми розуміємо процес постановки цілі. Відомо, що участь учня в проектуванні змісту й процесу навчання, у цілепокладанні дотепер обмежена — навчальну програму проєктують інші люди: розробники змісту освіти, а також вчителі, які вносять до змісту навчання свою власну інтерпретацію. Думка тих, хто вважає це проблемою для педагогічної науки, є слушною, але відсторонення учня від постановки цілей явище об'єктивне й

неминуче. Однак побудувати ефективну систему навчання неможливо без залучення учня до осмислення і сприйняття ним цілей навчання, бо вчиться він головню для себе, для задоволення певних власних потреб.

Цікаві ідеї щодо залучення учнів до цілепокладання запропонував А.В. Хуторський⁵⁴. З їх огляду на початку навчання астрономії цілі вчителя такі:

а) допомогти учням створити образ навчального предмета (з'ясувати його сенс, особливості, практичне застосування, сформулювати найцікавіші для учнів питання); запропонувати учням скласти схему, намалювати символ предмета;

б) для формування образу (інакше моделі) діяльності в курсі астрономії або в його окремих темах варто запропонувати учням виконати основні види діяльності (візуальні спостереження Місяця (вдома), виготовити найпростіший телескоп, накреслити (намалювати) фігури сузір'їв тощо);

в) через створені учнями початкові освітні продукти й випробувані ними види діяльності вивести їх на постановку індивідуальних цілей з предмета за осяжний для них період часу;

г) скласти навчальний план, до якого включити особовий компонент учнів, тобто їх цілі з предмета.

Нижче наведено практичні рекомендації щодо діагностики серед учнів цілей навчання астрономії, які ми уклали на підставі вказаної вище роботи А.В. Хуторського.

Практичні рекомендації щодо діагностики цілей навчання астрономії серед учнів

Для того щоб визначити цілі навчання астрономії серед учнів, кожному старшокласнику пропонуємо список цілей, де він зазначає для нього найголовніші. Залежно від рівня навчальної програми, конкретних умов навчання та позиції вчителя, набір цілей, які пропонуємо учневі, може бути різний, наприклад такий:

- 1) вивчити матеріал підручника;
- 2) засвоїти основні поняття й закони теми;
- 3) підготувати доповідь з якоїсь однієї проблеми (вказати);

⁵⁴Хуторской А. В. Методика обучения школьников постановке целей / А. В. Хуторской // Вестник ННГУ. Серия «Инновации в образовании». — 2005. — Выпуск 1(6). — С. 221—231.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

- 4) якісно підготуватися до заліку (контрольної роботи, іспиту);
- 5) виконати самостійне дослідження з обраної теми (вказати);
- 6) оволодіти методами вивчення й пояснення явища, яке вивчаємо в темі;
- 7) поглиблено розглянути конкретні питання теми (назвати їх);
- 8) навчитися виконувати астрономічні спостереження, працювати з телескопом і допоміжними приладами та технічними засобами;
- 9) проявити й розвинути свої здібності (назвати їх);
- 10) організувати своє навчання за обраною темою: поставити досяжні цілі, скласти реальний план, виконати його й оцінити свої результати;
- 11) навчитись аргументовано сперечатися в ході вивчення теми;
- 12) отримати хорошу оцінку на заліку;
- 13) навчитися вирішувати завдання і проблеми з теми;
- 14) свій варіант цілі.

Як бачимо, учні не складають власної ієрархії цілей, а працюють («добровільно пристають») за вже складеною вчителем. Такий підхід дозволяє отримати узагальнену інформацію про домінантні напрямки цілепокладання у класі або групі учнів.

Аналіз відповідей анкети дозволяє вчителю зробити висновок про освітні настрої учнів, мотиви їх навчання, індивідуальні схильності. Наприклад, вибір цілей 1, 4, 12 свідчить про формальну орієнтацію учня в навчанні; 2, 7, 13 — про наявність когнітивних мотивів; 3, 5, 8 — про креативні схильності; 6, 10 — про методологічні пріоритети діяльності; 9, 14 — про самоорганізацію.

Після аналізу отриманої від учнів інформації вчитель отримує повну картину вподобань учнів, зважаючи на які, формулює пріоритетні цілі навчання. Можливі такі групи цілей учнів:

- *особистісні цілі* — осмислення цілей навчання; набуття віри в себе, у свої потенційні можливості; реалізація конкретних індивідуальних здібностей;
- *предметні цілі* — формування позитивного ставлення до астрономії; опанування основних понять, явищ і законів, що входять до матеріалу тієї чи іншої навчальної теми (розділу) курсу астрономії; набуття умінь виконувати астрономічні спостереження, користуватися телескопом та найпростішими приладами; розв'язок типових або творчих завдань з теми;
- *креативні цілі* — підготовка й укладання збірки творчих завдань з астрономії; твір на астрономічну тему; конструювання технічної моделі; малювання картини;
- *когнітивні цілі* — пізнання об'єктів Всесвіту; вивчення способів розв'язку наукових проблем; оволодіння навичками роботи з першоджерелами; постановка експерименту; виконання спостережень;
- *орґанізаційні цілі* — оволодіння навичками самоорганізації навчальної діяльності; вміння ставити перед собою мету, планувати діяльність; розвиток навичок роботи у групі, освоєння техніки ведення дискусій.

Слушними для вчителя є думки М.В. Кларіна⁵⁵ про те, що «створення надійної, достовірної системи цілей — далеко не абстрактне питання, яке цікавить лише теоретиків». Чітка, впорядкована, ієрархічна класифікація цілей важлива для вчителя, бо дає змогу концентрувати зусилля на головному, досягати ясності й відкритості в його спільній роботі з учнями, створювати еталони оцінки результатів навчання.

Розглянемо процедуру цілепокладання у процесі навчання астрономії. Оскільки говорити про результати досягнення тієї чи іншої навчальної цілі можна лише за умови, що ціль була задана діагностично, то спершу з'ясуємо критерії, які визначають цю характеристику. Відомий російський вчений-педагог В.П. Беспалько⁵⁶ вважає, що ціль задана діагностично за таких умов: а) максимально конкретно описано результат навчання (ціль *конкретна*); б) ціль містить критерії та показники, за якими можна визначити, що вона досягнута (ціль *критеріальна*); в) ознаки описано точно, поняття адекватно співвідносяться з його об'єктивним проявом (тобто з тим, що воно означає) — ціль можна легко *ідентифікувати*; г) ознаки мають категорію міри (їх величину можна прямо чи непрямо *виміряти*); д) результати вимірювань можна співвіднести з певною *шкалою оцінки*.

Отже, для того щоб задати навчальну ціль, результати досягнення якої можна чітко діагностувати, потрібно, щоб ціль була точно описана, піддавалася вимірюванню, а також існувала шкала рівня її досягнення — оцінки.

Існує декілька варіантів способу постановки цілі, тобто визначення змісту цілей через певний об'єкт чи процес. Так цілі навчання можна визначити через:

- 1) зміст, який підлягає вивченню (наприклад вивчити будову Сонця);
- 2) діяльність вчителя (ознайомити учнів з будовою Сонця);

⁵⁵Кларин М. В. Технология постановки целей / М. В. Кларин // Школьные технологии. — 2005. — № 2. — С. 50—65.

⁵⁶Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. — М.: Педагогика, 1989. — 192 с.

3) внутрішні процеси інтелектуального, емоційного, особистісного тощо розвитку учня (розвивати пізнавальну діяльність під час вивчення питання «Будова Сонця»);

4) навчальну діяльність учнів (дослідити будову Сонця, використовуючи його модель).

Аналіз наведених способів постановки цілі показує, що визначення цілей навчання через зміст предмета або процес діяльності вчителя чи учня не дає повного уявлення про намічені результати навчання. Нині в педагогічній науці домінує думка, що діагностичний спосіб постановки цілей можна отримати за умови їх формулювання через результати навчання, виражені в діях учнів, причому таких, які вчитель або якийсь інший експерт можуть надійно ідентифікувати.

Такий процес цілепокладання вимагає принаймні двох складових: 1) чіткої системи цілей з визначенням їх категорій та послідовності рівнів (ієрархії) — ці системи, як відомо, називають педагогічними таксономіями; 2) зрозумілого й конкретного опису цілей навчання.

Для встановлення цілей навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі ми пропонуємо скористатися відомою таксономією Б. Блума. Зазначена таксономія є способом опису цілей навчання у термінах професійної діяльності (поведінки). На її основі (використавши пізнавальну сферу) можна створити систему контролю (оцінювання) результатів досягнення навчальних цілей.

Розгляньмо наступний етап конкретизації цілей навчання, а саме той, що є відповідним до курсу астрономії певного конкретного рівня та його тематичних розділів. На цьому рівні постановки цілі вчитель прямо працює зі змістом предмета та його розділів, уточнює навчальні цілі, проектує й організує навчальний процес.

У табл. 3.1 подано приклад постановки цілей у процесі вивчення теми № 2 навчальної програми рівня стандарту, академічного рівня. Рядки в таблиці вказують на зміст навчального матеріалу, а стовпці містять провідні типи інтелектуальної діяльності учнів під час засвоєння цього змісту.

Таблиця 3.1

Цілі навчання теми № 2 «Основи практичної астрономії»

Зміст	Знає	Розуміє	Застосовує	Аналізує	Синтезує	Оцінює
Небесні світила й небесна сфера	+	+	+	+		
Сузір'я	+	+	+	+		
Зоряні величини	+	+	+	+		
Визначення відстаней до небесних тіл, їхніх розмірів і мас	+	+	+	+		
Астрономія та визначення часу. Типи календарів	+	+	+	+	+	+
Небесні координати	+	+	+	+	+	+
Видимий рух Сонця. Видимі рухи Місяця та планет	+	+	+	+	+	+
Закони Кеплера	+	+	+	+	+	+

Встановлені нами структурні компоненти змісту навчального матеріалу та його основні елементи (табл. 2.4), визначені шляхом генералізації, а також інваріанти навчального предмета⁵⁷, дають змогу здійснити ще один крок на шляху до конкретизації цілей навчання астрономії — розглянути процес цілепокладання на рівні уроку. Як приклад розглянемо процедуру визначення цілей вивчення питання «Небесна сфера» (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Цілі вивчення структурного компонента «Небесна сфера» навчальної теми № 2

Структурний компонент	Знає	Розуміє	Застосовує	Аналізує	Синтезує	Оцінює
Небесна сфера	Знає, що таке небесна сфера	Розуміє, що небесна сфера — це модель об'єктивної реальності, яка допомагає її досліджувати	Застосовує елементи небесної сфери для орієнтації у просторі, встановленні систем небесних координат, під час виконання астрономічних спостережень	Взаємозв'язок між елементами небесної сфери й небесними координатами		

⁵⁷Крячко І. П. Генералізація навчального матеріалу курсу астрономії / І. П. Крячко // Фізика та астрономія в школі. — 2010. — № 9. — С. 29—31.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

Подальша конкретизація цілей зводиться до розподілу кожної структурної одиниці (або ж навчального елемента) з відповідної категорії навчальних цілей на певну множину видів конкретних дій, які, по-перше, цілісно описують цю структурну одиницю і, по-друге, максимально діагностичні. Для цього етапу процесу цілепокладання властиве те, що відбувається деталізація навчальної цілі через дії учня, які він може виконати в результаті опанування певною частиною навчального матеріалу. Розглянемо елемент деталізації цілі на такому прикладі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Деталізація навчальної цілі класу «знає» для структурного компонента «Небесна сфера»

Обов'язкові вимоги	Дії учня
Знає визначення небесної сфери	Може сформулювати визначення небесної сфери
Знає точки й лінії небесної сфери	Може назвати точки небесної сфери (вісь світу, полюси світу, ...) та показати їх на малюнку чи армілярній сфері
Розуміє взаємозв'язок елементів небесної сфери та систем небесних координат	Може назвати й показати на малюнку точки й лінії небесної сфери, що є базовими для горизонтальної та екваторіальної систем небесних координат
Аналізує системи небесних координат	Може вказати на відмінності (їх застосування в астрономії) між різними системами небесних координат

Наведений приклад конкретизації й деталізації навчальної цілі є орієнтиром для їх встановлення під час навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі. Практика постановки навчальних цілей вказує на загальний прийом їх конкретизації. Для цього в описі цілей використовують дієслова, що позначають певну дію. Формулювання цілі «навчитися використовувати небесні координати» може бути, наприклад, розгорнуте дієсловами *показати* (на малюнку, зоряній карті), *зобразити* (на схемі), *позначити* (на карті) тощо.

У процесі цілепокладання важливо визначати правильність постановки цілі. Адже ніхто не застрахований від помилок. Як визначити, що навчальну ціль задано правильно? Для цього треба отримати позитивні відповіді принаймні на такі запитання: 1) чи визначає сформульована певною фразою ціль результат діяльності, який буде досягнуто, чи лише вказує напрям руху до наміченої цілі; 2) чи належить сформульована ціль до навчальних цілей,

тобто чи визначає вона навчальну діяльність, спрямовану на зміни в життєвому досвіді учня, а не щось інше; 3) чи реальна поставлена ціль, тобто чи зазначено шлях для її досягнення?

На цьому цілепокладання не є закінченим. Останній його етап — визначення механізму контролю й оцінки досягнення цілей — ми розглянемо у п. 3.1.5.

3.1.2. Моделі уроку астрономії на різних освітніх рівнях

Урок у сучасній школі є основною формою навчального процесу. Саме тому і теоретична, і практична педагогіка мають підвищену увагу до методики організації та проведення уроків. Дуже важливо розуміти, що як у кожному окремому класі, так і для будь-якого учня урок має бути своїм. Тобто необхідна диференціація уроків, їх планування не може бути однаковим для різних класів, навіть паралельних. Методи і форми подання навчальної інформації, а також контроль набутих компетентностей — все це мусить відповідати рівню конкретного класу.

Педагогічна практика вказує на доволі широкий поділ уроків на типи, який виконують за різними ознаками. Проте базова дидактична структура уроку, незалежно від його типу, постійна. Її складають компоненти: актуалізація знань і способів діяльності, формування нових знань і способів діяльності, застосування нових знань і способів діяльності. Урок набуває специфіки, завдяки наповненню сталих компонентів змінними елементами — зовнішнім (методичним) і внутрішнім (логічним). Їх компоненти визначає вчитель, зважаючи на провідні дидактичні завдання уроку.

Аналіз теоретичних уявлень про урок як форму навчального процесу, а також практичний досвід свідчать, що уроки астрономії своїми типами, структурою та іншими характеристиками мало відрізняються від уроків з інших навчальних предметів природничого циклу. Це дає нам змогу не розглядати відомі з педагогіки питання щодо підготовки та проведення уроку.

Ми зосередимо увагу на тому, що є особливо важливим в організації уроків астрономії на нинішньому етапі розвитку астрономічної освіти. Спершу про загальне для уроку астрономії

на усіх рівнях навчання: учням у класі мають бути зрозумілими кінцеві цілі уроку та шляхи їх досягнення. Кожен учень мусить заздалегідь знати, на скільки уроків розрахована тема, яку вивчають, і які вимоги до кінцевого результату ставить учитель. Ці умови вчитель визначає на етапі підготовки уроку, адже задавши його цілі, потрібно дібрати під них навчальний матеріал, засвоєння якого дозволить учням досягти очікуваних результатів. Зауважимо, нині у педагогіці існують протилежні погляди на питання логічного співвідношення таких категорій, як *навчальна ціль* і *зміст навчання*. Ідеться про те, що саме під час проектування окремого уроку (усіх уроків теми) потрібно визначати першим: цілі чи зміст. Ми не вбачаємо в цьому проблеми, адже ці категорії взаємозалежні і для вчителя регламентовані навчальною програмою. З цього випливає, що розпочинати проектування уроку можна як із визначення його цілей, так і добираючи зміст. Загалом цей етап підготовки ми відображаємо у цільовому компоненті моделі уроку.

Добір змісту навчального матеріалу вчитель має виконати вдумливо й творчо, адже саме зміст надалі визначатиме процес навчання і його результати. Недооцінка цього етапу планування уроку часто призводить до того, що на практиці важко вдається реалізувати задумане.

Навчальний матеріал для уроку різних освітніх рівнів мусить бути науково обґрунтованим, логічно вибудованим, доступним. Очевидно, що сухий, нудний, нецікавий матеріал не сприятиме формуванню інтересу до вивчення астрономії. Добирають матеріал переважно з підручника, за яким викладають астрономію в тому чи іншому класі. Педагогічна реальність зазвичай така, що матеріал підручника з багатьох причин не можна ідеально застосувати в навчальному процесі. Доводиться або поглиблювати якийсь теоретичний матеріал, або ж вивчати поверхнево, що в реаліях нашої астрономічної освіти буває дуже часто.

Окрім цього, ще цілу низку питань щодо змісту навчального матеріалу має вирішити вчитель на етапі підготовки уроку. Важливо визначити провідну ідею навчального матеріалу, який дібрано для уроку (наприклад «Сонце — джерело життя на Землі»). Суть провідної ідеї полягає в тому, що вона вказує, чому чи заради чого учні мають вивчати запропонований учителем навчальний матеріал.

У ній концентровано відображають особистісну (життєву) цінність навчального матеріалу для учня.

Добір змісту (*змістовий компонент* моделі уроку) навчального матеріалу на урок можна схематично подати в такій послідовності: 1) головна ідея, ключові слова, основні поняття, а також способи їх розкриття; 2) запитання і завдання різного рівня, що сприяють засвоєнню головної ідеї теми на уроці; 3) додатковий, цікавий матеріал для посилення інтересу до теми уроку.

Наступний етап — вибір методів навчання, що відповідають цілям уроку та змісту навчального матеріалу (*процесуальний компонент* моделі уроку). Набір методів широкий: від пояснювально-ілюстрованого до евристичного. Їх можна з успіхом використати у процесі навчання астрономії. Головне, щоб вони давали змогу мотивувати учнів до активних навчальних дій, заохочували до самостійної роботи, формували пізнавальні навички, уміння орієнтуватися в інформаційному просторі, критично і творчо мислити, розвивали емоційну, моральну, духовну сфери учня, сприяли прирощенню знань, а у підсумку — формували компетентності.

Одна з проблем шкільного курсу астрономії — мала кількість годин, відведена на нього в навчальному плані. Це спонукає шукати методи навчання, які б давали змогу ефективно використати кожну хвилину навчального часу. До таких варіантів, на думку В.І. Жилина, належить проблемно-модульне навчання⁵⁸. Основним дидактичним модулем є навчальні конференції — учитель планує їх разом з учнями. Під час підготовки до них відбуваються консультації та семінари, а також самостійна робота учнів. Усе це спрямоване на опанування навчального матеріалу якоїсь певної теми, а конференція є фактично підсумковим заняттям.

Методи навчання для різних освітніх рівнів можуть бути універсальними (метод проєктів, навчання у співпраці, ігрові технології, диференційований підхід до навчання тощо), але їх застосування має специфіку. На базовому рівні переважають описово-ілюстративні методи з акцентом на культурологічні (див., наприклад, В.Ф. Карташов. И.К. Айвазовский и преподавание

⁵⁸Жилин В. И. Проблемно-модульное обучение астрономии [Електронний ресурс] // Астронет [сайт]. — Текст. і граф. дані. — Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1177124/38.html> (дата звернення: 28.01.2016). — Назва з екрана.

астрономии / В. Ф. Карташов // Физика в школе. — 2008. — №8. — С. 61—62) та загальнонаукові питання астрономії. Академічний і профільний рівні вимагають застосування проблемно-пошукових методів⁵⁹, що розкривають як специфіку астрономічного знання, так і особливості його отримання.

В основі процесу навчання, як відомо, є навчальна дія, яку виконує учень. Учителю має її проектувати заздалегідь. Одним з елементів, з допомогою яких учитель має змогу проектувати навчальні дії учня, є навчальні завдання. Їх розуміють як форму втілення змісту освіти, що дозволяє учневі через діяльність його засвоювати, тобто робити власним надбанням⁶⁰. Отже, добір навчальних завдань є важливим етапом як під час підготовки окремого уроку, так і всіх уроків з конкретної навчальної теми. Якщо йдеться про такі уроки, то доцільно розглядати систему завдань, що відповідають навчальному матеріалу цієї теми.

У моделі уроку ми виділяємо *функціональний компонент*, суть якого зводимо до того, що знання у процесі навчання доцільно актуалізувати, формувати і контролювати через навчальні дії.

Наш підхід до підготовки навчальних завдань, формування їх системи, а також послідовність застосування у процесі навчання ґрунтуються на його цілях. Звідси випливає, що завдання мають бути сформульовані так, щоб це забезпечувало визначення досягнення навчальної цілі учнем. Зрозуміло, що для різних освітніх рівнів це мають бути різні системи навчальних завдань.

Процес навчання, окрім іншого, залежить від пізнавальної самостійності учнів. Її також визначають навчальні цілі, а також пізнавальні дії, які мають виконати учні у процесі навчання, просуваючись до намічених цілей. Кажучи інакше, учні мають ясно розуміти, що вони мусять робити під час уроку. Для цього їх потрібно не лише ознайомити з методом наукового пізнання, але сформувати в них чітке розуміння самого процесу пізнання.

⁵⁹Карташов В. Ф. Проблемное обучение астрономии / В. Ф. Карташов. — Челябинск: Из-во ЧГПУ, 2001. — 288 с.

⁶⁰Уман А. И. Учебные задания и процесс обучения / А. И. Уман. — М.: Педагогика, 1989. — 56 с.

В астрономії процес пізнання можна описати такими взаємопов'язаними етапами: спостереження небесних тіл і явищ; визначення проблеми, тобто того, що є невідомим; висунення гіпотез для пояснення невідомого; перевірка гіпотез шляхом спостережень; установлення нового знання про небесні тіла і явища; застосування його на практиці. У навчальному процесі потрібно також «проходити» ці етапи, адже тоді учень не лише розумітиме як отримують нове знання, але й сам може повторити цей шлях. Звісно, весь процес відкриття «нового знання» для учня має спланувати вчитель. Хоча такий процес, у порівнянні з реальним науковим пізнанням, доволі умовний, але нехтувати ним не варто навіть на уроках, які проводять на базовому рівні.

Це пов'язано з тим, що пізнавальна самостійність учня є серед головних умов його творчої діяльності, а також показник активності й здібностей до пізнавальних дій. Самостійність — якість, яку треба виховувати в учнів. З цією метою у процесі навчання доцільно створювати ситуації, коли учні самостійно, без допомоги вчителя, виконують пізнавальні завдання.

Узагалі, формування вміння самостійного навчання (вміння вчитися) — одне з головних завдань сучасної школи. Уроки астрономії, як і курс астрономії загалом, мають бути спрямовані на його вирішення. Тим паче, що навчальний предмет своєю суттю сприятливий для цього. Нині, коли темпи оновлення астрономічних даних суттєво зросли, коли підручники не встигають за новою астрономічною інформацією, єдиний вихід — це формувати в учнів вміння самостійно працювати як з джерелами інформації, так і з нею самою. Такий підхід фактично моделює процес самонавчання, додаткового навчання, сприяє формуванню здатності навчатися новому. Тобто, окрім формування базових компетентностей, відбувається прищеплення вміння розвивати їх надалі самостійно. Це важливо для нинішнього світу, коли практично кожній людині, яка бажає продуктивно працювати, доводиться постійно здобувати нову інформацію та опановувати нові знання.

Оскільки на сучасному етапі розвитку освіти особливої уваги надають особистісно зорієнтованому навчанню, то виникає потреба в організації і проведенні уроку астрономії, який би давав змогу опановувати знання кожному учневі, залежно від його особистісних мотивацій, уподобань та інтересів. Аналіз психолого-педагогічної літератури з питань особистісно зорієнтованої освіти

(див., наприклад, Особистісно орієнтований урок: конструювання та діагностика / М. І. Лукьянова [та ін.]. — Харків: Веста: Вид-во «Ранок», 2007. — 176 с.) дозволив виділити принципи особистісно-орієнтованого уроку: використання суб'єктного досвіду учня; знання, уміння й навички не самоціль навчання, а засіб; варіативність завдань, свобода учня в їх виборі і виконанні; особистісно-значимий емоційний контакт учителя і учнів.

Особистісно-орієнтоване навчання, що враховує індивідуальні особливості кожного учня, — справа непроста й дуже трудомістка. Вона вимагає багато часу й сил учителя, і в реальних умовах курсу астрономії в старшій школі її реалізувати дуже важко. Одна з можливих форм, з допомогою якої навчанню астрономії можна надати особистісно-орієнтованого змісту, — індивідуальна навчальна діяльність. Її характерною ознакою є особиста навчальна ціль учня. Організація індивідуального навчання вимагає від учителя вивчення навчальної діяльності учня шляхом систематичного виявлення рівня засвоєння матеріалу першої теми програми (чи кількох перших). Далі учням, які мають труднощі в якихось питаннях, чи тим, які показують хороші результати, через самостійну роботу (вивчення додаткового матеріалу, виконання індивідуальних завдань) надають можливість подолати труднощі в опануванні навчального матеріалу чи підвищити його рівень.

Індивідуалізація навчання не означає, що учні навчаються індивідуально, незалежно один від одного, хоча й це можливо за умови застосування індивідуальної освітньої траєкторії. Під індивідуальною освітньою траєкторією розуміють певну послідовність елементів навчальної діяльності учня, яка відповідає його здібностям, можливостям, мотивації та інтересам. Таке навчання в нинішніх умовах цілком можливе, наприклад для тих учнів, які проявляють підвищений інтерес до астрономії (зазвичай до старшої школи вони приходять зі значним багажем знань, мають досвід виконання астрономічних спостережень, спілкуються з такими ж однолітками) і для яких навчання за типовою програмою малоцікаве й малозмістовне. Але за такої ситуації вчитель може разом з учнем розробити індивідуальну освітню траєкторію (принаймні її цільову і змістову складові), координувати індивідуальний навчальний процес, допомагати учневі здійснювати оціночний самоконтроль, консультувати його та підтримувати взаємозв'язок з батьками учня.

Важлива роль у розкритті теми уроку належить наочності. Астрономія як навчальний предмет вирізняється в частині наочних матеріалів (докладніше про це в пп. 3.3.2 і 3.3.3). Звісно, їх використання в суто технологічному аспекті учитель має наперед продумати, зважаючи на дидактичне завдання того чи іншого уроку. Окрім цього, він має взяти до уваги відмінності в застосуванні одних і тих самих наочних матеріалів на уроках різних освітніх рівнів. Ці відмінності полягають у різних обсягах інформації, яку потрібно взяти з того чи іншого наочного засобу. А цей обсяг визначають з огляду на цілі уроку. Загальним у використанні наочності на уроках різних освітніх рівнів є дидактичне завдання, яке вирішує вчитель з допомогою наочності. Як приклад таких завдань: ілюстрування розповіді під час викладу навчального матеріалу; установлення зв'язків нового матеріалу з уже вивченим; створення навчальних проблемних ситуацій на уроці; оціночні та контрольні запитання.

Дидактичне завдання оцінювання, як показує практика, — важливий елемент практично кожного уроку (*контрольно-результативний компонент* його моделі). Для оцінювання результатів навчальної діяльності використовують завдання (базовий, академічний рівні) й задачі (профільний рівень) різного ступеня складності (докладно про це в п. 3.1.4). Укажемо на дидактичні особливості застосування завдань різного рівня складності, які ми визначили шляхом аналізу педагогічних праць (див., наприклад, Балл Г. А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект / Г. А. Балл. — М.: Педагогика, 1990. — 184 с.), а також із власного досвіду⁶¹ розробки таких завдань:

1. Можливість вибирати оціночне завдання дає змогу створити для учня ситуацію успіху, адже він має змогу вибрати те завдання, яке здатний виконати.

2. Використання завдань за рівнем складності дозволяє вчителю не лише здійснювати діагностику, але й бачити динаміку інтелектуального розвитку кожного учня окремо й усього класу разом.

3. Учитель формулює завдання, зважаючи на індивідуальні особливості учнів, що сприяє реалізації можливостей кожного з них у рамках особистісно-орієнтованого навчання.

⁶¹Казанцев А. М. Збірник різнорівневих завдань для проведення державної підсумкової атестації з астрономії / А. М. Казанцев, І. П. Крячко. — Харків: Гімназія, 2008. — 46 с.

4. Тільки систематичне використання рівневих завдань сприяє досягненню хороших результатів. Застосування таких завдань ефективно лише разом з іншими варіантами письмової та усної перевірки результатів навчання.

У процесі навчання астрономії рекомендуємо практикувати домашні завдання. Для цього є принаймні дві причини. По-перше, на вивчення астрономії відведено мало навчального часу, а тому обмежитися в її навчанні лише стінами школи — зменшити його до мінімуму. По-друге, такі форми навчання, як астрономічні спостереження (навіть за умови їх моделювання з допомогою комп'ютера) чи пошук додаткової, актуальної на час навчання, астрономічної інформації, вимагають індивідуальної роботи, яку найкраще виконувати в домашніх умовах. Домашня робота учня потребує від учителя її чіткої організації (формулювання змісту та обсягу, диференціації за ступенем складності, ясно визначеної цілі й ходу виконання, способів оформлення тощо).

У наш час мало звертають уваги на питання виховання у процесі навчання астрономії. Можливо, це пов'язано з тим, що виховна ціль уроку є лише елементом системи виховання учнів — одного з найважливіших завдань школи, освіти загалом. Нині в основу цієї системи покладено принцип, згідно з яким найважливішими є загальнолюдські цінності. На нього й потрібно орієнтуватися вчителів, який викладає курс астрономії у старшій загальноосвітній школі.

Виконаний нами вище розгляд основних компонентів уроку дає змогу сформулювати дидактичні вимоги до сучасного уроку астрономії трьох освітніх рівнів. На наш погляд, основні вимоги такі:

- *цілепокладання* (формулювання діагностичних цілей) згідно з вимогами астрономічного компонента Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти;
- *добір змісту* навчального матеріалу з урахуванням відповідної програми курсу астрономії та можливостей учнів конкретного класу, але за будь-яких умов не нижче базового рівня вимог Державного стандарту освіти;
- вибір методів навчання, стимулювання й контролю, що забезпечують пізнавальну активність і самостійність учнів;
- логічна структурованість навчального процесу під час уроку;

- добір засобів навчання, що відповідають віковим та індивідуальним особливостям учнів;
- формулювання завдань для контролю й оцінювання результатів навчальної діяльності.

Зважаючи на вказані компоненти й дидактичні вимоги, можемо побудувати загальну модель уроку та подати її наочно (рис. 3.1).

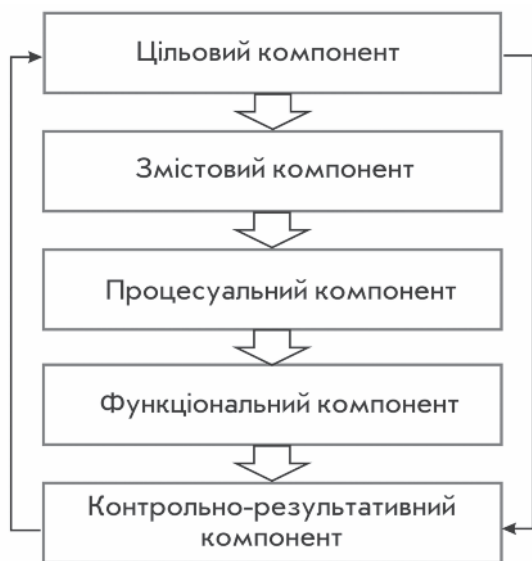


Рис. 3.1. Модель уроку астрономії

З рисунка видно, що модель уроку складають цільовий, змістовий, процесуальний, функціональний та контрольно-результативний компоненти. Їхні функції описані вище, а тому ми їх тут не розглядаємо. Запропонована нами модель уроку дає змогу побудувати алгоритм педагогічних дій учителя, який він може застосувати для конструювання окремо взятих уроків астрономії.

Зазначимо, що схожий алгоритм пропонує й відомий російський методист Н.М. Гомуліна⁶². Наші плани-конспекти уроків для 17-годинного курсу астрономії, розроблені на основі запропонованої моделі уроку, вміщено у методичному посібнику для вчителя (див. посилання 18 на с. 58).

⁶²Гомулина Н. Н. Применение новых информационных и телекоммуникационных технологий в школьном физическом и астрономическом образовании: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 : 22.01.03 / Гомулина Наталья Николаевна. — М., 2003. — 332 с.

3.1.3. Елементи методики навчальних астрономічних спостережень

Виконання астрономічних навчальних спостережень є проблемою для багатьох шкіл і вчителів, які викладають астрономію. Це пов'язано з тим, що зібрати учнів у вечірній час дуже складно, окрім цього, погодні умови часто не сприяють проведенню спостережень саме тоді, коли їх заплановано.

Водночас у навчальних програмах є вимоги до учня *називати* характерні сузір'я зоряного неба, *спостерігати* зміну вигляду зоряного неба впродовж року, *орієнтуватися* на місцевості по Сонцю і Полярній зорі, *показувати* характерні сузір'я, найяскравіші зорі неба (Сиріус, Вега, Спіка, Арктур).

Перед тим як навести методичні рекомендації щодо організації і проведення навчальних астрономічних спостережень, з'ясуємо їх важливість як для астрономічної науки, так і для астрономічної освіти.

Майже в кожному підручнику астрономії вказують на її особливість, як порівняти з іншими природничими науками: ідеться про те, що астрономія — переважно *спостережна наука*, бо майже всі об'єкти її досліджень лежать за межами земної атмосфери. Спостереження в астрономії — основний метод дослідження, адже інші (наприклад експерименти) поки що можливі лише в межах Сонячної системи. Отже, для астрономії спостереження є і ще тривалий час будуть основою її подальшого розвитку.

Український астроном І.Г. Колчинський⁶³ звернув увагу на суттєву обставину щодо спостережень як методу пізнання природи, вказавши на важливість не просто спостереження як такого, а «наукового спостереження», тобто підготовленого й виконаного за певним планом.

Вирішальним значенням спостережень для астрономічної науки не можна знехтувати в астрономічній освіті. На це вказують відомі астрономи, педагоги, дидакти. Приміром, професор С.М. Блажко починав університетський «Курс загальної астрономії» словами про те, що в астрономії первинним джерелом наших знань є

⁶³Колчинский И. Г. Наблюдение и факт в астрономии / И. Г. Колчинский. — К.: Наукова думка, 1982. — 104 с.

спостереження тих явищ, які ми помічаємо на небі, а тому знайомство з астрономією варто почати зі спостережень, наслідуючи первісних спостерігачів неба, що жили за багато тисяч років до нашого часу⁶⁴.

Те, що астрономічні спостереження підвищують інтерес до вивчення курсу астрономії, поєднують теорію з практикою, розвивають вельми цінні якості особистості — допитливість, самостійність тощо, не викликає заперечень. Окрім цього, спостереження астрономічних явищ і небесних об'єктів сприяє формуванню абстрактних понять, з якими мають справу в курсі астрономії, дозволяє розвивати уміння та навички.

Питання організації та проведення навчальних астрономічних спостережень в курсі астрономії радянської школи розглядали Г.С. Яхно, М.К. Андріанов і А.Д. Марленський, Б.І. Фесенко та ін. Однак Є.П. Левітан слушно зауважив, що навіть тоді, коли астрономія в школі була обов'язковим предметом, лише в небагатьох школах виконували навчальні астрономічні спостереження. Такий стан зі спостереженнями й у сучасній українській загальноосвітній школі. Тобто їх організація і проведення є актуальною проблемою як для кожного окремого навчального закладу, так і для всієї астрономічної освіти загалом.

Як вирішити цю проблему? Вкажемо принаймні на декілька шляхів: там, де дітей можна зібрати увечері, — треба обов'язково виконувати вечірні спостереження; якщо зібратись разом складно — організуйте туристичний похід з ночівлею й покажіть учням нічне небо⁶⁵. Мабуть, можна вигадати ще щось, було б бажання у вчителя зробити це — показати своїм учням справжнє зоряне небо.

Великі можливості для змодельованих спостережень надають сучасні електронні планетарії — програмні засоби, що моделюють небесну сферу, розміщення світил на ній, а також дозволяють демонструвати вигляд зоряного неба в динаміці (імітуючи добове

⁶⁴Блажко С. Н. Курс общей астрономии / С. Н. Блажко. — М.: Гостехиздат, 1947. — 500 с.

⁶⁵Елькин В. И. Физика и астрономия в походе и на природе / В. И. Елькин, Л. Д. Гармаш, Э. М. Браверман. — М.: Школьная пресса, 2003. — 96 с. (Библиотека журнала «Физика в школе», Вып. 25).

обертання небесної сфери) тощо. Організувати такі спостереження нескладно, якщо навчальне приміщення обладнане комп'ютером і відеопроєктором.

Перегляд моделі зоряного неба, створеної електронним планетарієм, у ситуації 17-годинного курсу астрономії є вимушеною дією. Але якщо вибрати між тим, чи взагалі відмовитись від демонстрації учням у процесі навчання астрономії вигляду зоряного неба, чи влаштувати віртуальну його демонстрацію, то доцільно обирати другий варіант.

Виконувати змодельовані навчальні астрономічні спостереження можна, наприклад, з допомогою електронного планетарію Stellarium. Ця комп'ютерна програма розрахована на вільний доступ і працює в операційних системах Windows, Linux та Mac OS X.

Stellarium моделює небосхил дуже реалістично, позначаючи на ньому Сонце, Місяць, планети, зорі й інші небесні тіла. Як і справжній планетарій, ця програма дає можливість спостерігати за положенням сузір'їв на небесній сфері. Вигляд зоряного неба на моніторі комп'ютера Stellarium моделює на момент поточного часу. Але він не був би планетарієм, якби не давав можливості побачити небо в будь-який час доби, а також у будь-який день, місяць і рік. Планетарії, а серед них і Stellarium, не лише моделюють зоряне небо, але й дають змогу «переміщуватися як у часі, так і у просторі», тобто налаштовувати час і місце спостереження. Проте на відміну від оптико-механічних планетаріїв, цей — інтерактивний. Є змога не лише оглядати зоряне небо з певної точки простору (з поверхні Землі, інших небесних тіл, наприклад з Марса), а й виводити на екран інформацію про той чи інший об'єкт або, «прив'язавшись» до об'єкта, наблизитись до нього. База даних програми містить інформацію про понад шістьсот тисяч небесних тіл, включаючи об'єкти каталогу Ш. Мессьє, всі планети Сонячної системи та їхні головні супутники.

Указані вище особливості електронного планетарію Stellarium дають нам підстави рекомендувати його для використання у процесі навчання астрономії в українських школах. У статті⁶⁶ ми описали налаштування цієї програми й докладно розглянули її

⁶⁶Крячко І. П. Моделювання навчальних астрономічних спостережень / І. П. Крячко // Фізика (Шкільний світ). — 2011. — № 22. — С. 1—8.

можливості для демонстрації вигляду зоряного неба в різні пори року, ознайомлення із сузір'ями, найяскравішими зорями.

Як приклад розглянемо методику застосування електронного планетарію Stellarium для вивчення вигляду зоряного неба в одну із пір року, а також для знайомства з характерними сузір'ями. Перед початком демонстрації учням потрібно нагадати, що вигляд зоряного неба в різні пори року різний з причини річного руху Сонця по небесній сфері, що є наслідком обертання Землі навколо Сонця.

Для демонстрації обираємо 15 жовтня, що відповідає середині календарної осені. Час рекомендуємо встановлювати вечірній (щоб, за можливості бачити справжнє небо, учні могли порівнювати його із зображеннями неба, створеного планетарієм). Для огляду неба обираємо його південну частину, оскільки в цій ділянці кульмінують небесні світила, які ми спостерігаємо з території України.

Вигляд південної частини зоряного неба 15 жовтня о 21 год за київським літнім часом показано на рис. 3.2.

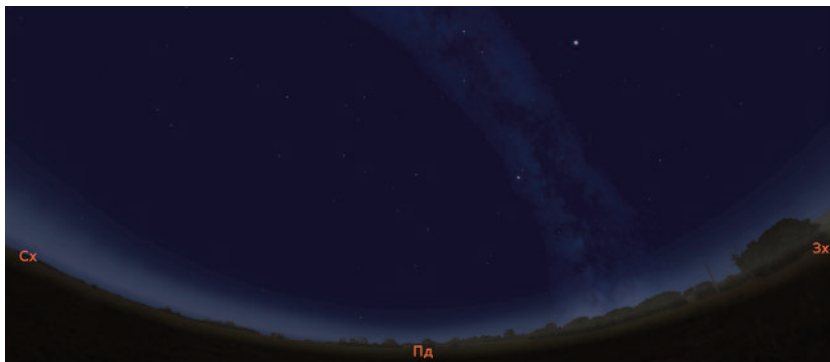


Рис. 3.2. Південна частина зоряного неба 15 жовтня о 21 годині за київським літнім часом
(в налаштуванні програми увімкнено лише опцію *зорі*)

Що впадає в око на осінньому небі? Це три яскравих зорі (праворуч на рисунку), за якими можна побудувати уявний трикутник. Звертаємо увагу учнів на це. Ще одна геометрична зоряна фігура — квадрат — привертає увагу ліворуч від центра знімка. Її утворюють зорі майже однакової яскравості.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

Далі ввімкнемо закладки «Лінії сузір'їв» і «Мітки сузір'їв» на панелі управління й отримаємо зображення, показане на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Осінні сузір'я: їх найвиразніші «фігури» і назви

Бачимо: три яскраві зорі (вершини нашого трикутника) належать різним сузір'ям — Лебеда, Ліри та Орла, а зоряний квадрат — центральна частина сузір'я Пегаса.

Окрім названих сузір'їв, на осінньому небі бачимо ще Змієносеця, Геркулеса (західна ділянка неба), Дельфіна, Водолиа й Козорога (на півдні), а також Риб, Овна й Андромеду (східна ділянка неба).

Можна (це буде корисно для запам'ятовування) декілька разів вмикати й вимикати закладки «Лінії сузір'їв» і «Мітки сузір'їв» на панелі управління.

Електронний планетарій Stellarium дозволяє демонструвати зоряне небо в динаміці, наприклад рух небесної сфери від 19 год 15 жовтня до 6 год 16 жовтня. Щоб продемонструвати учням зміну вигляду зоряного неба у вказаних часових межах, треба встановити дату і час початку демонстрації і ввімкнути закладку «Збільшити швидкість часу», натиснувши праву кнопку миші один раз (якщо ви кілька разів натиснете вказану кнопку, то швидкість обертання небесної сфери буде збільшуватись).

У такий спосіб можна виконати моделювання вигляду зимового, весняного і літнього зоряного неба. Літнє небо ми рекомендуємо спостерігати не раніше 22 год за київським літнім часом.

Далі розглянемо можливості електронного планетарію для вивчення характерних сузір'їв нашого неба. До таких ми відносимо найвідоміші, які можемо спостерігати у Північній півкулі небесної

сфери: Мала Ведмедиця (Ursa Minor, UMi), Велика Ведмедиця (Ursa Major, UMa), Андромеда (Andromeda, And), Візничий (Auriga, Aur), Волопас (Bootes, Boo), Діва (Virgo, Vir), Кассіопея (Cassiopeia, Cas), Лебідь (Cygnus, Cyg), Лев (Leo, Leo), Ліра (Lyra, Lyr), Пегас (Pegasus, Peg), Оріон (Orion, Ori), Орел (Aquila, Aql), Телець (Taurus, Tau).

Планетарій Stellarium обладнано опцією пошуку (закладка «Вікно пошуку» на панелі налаштування). Процедура пошуку має принаймні дві особливості: по-перше, програма здійснює пошук якогось певного об'єкта в сузір'ї, а не саме сузір'я (хоча, наприклад, якщо ввести у вікні пошуку *UMa*, то програма виведе в центр монітора сузір'я Великої Ведмедиці), а по-друге, вона не знаходить об'єктів, а отже, й сузір'їв, яких не можна бачити на заданій географічній широті в той час, на який налаштовано програму.

Це означає, що за допомогою планетарію Stellarium характерні сузір'я можна демонструвати в такий спосіб:

1. Ті з них, що належать до полярних (містяться близько до Північного полюсу світу, їх ще називають сузір'ями, що не заходять у цій місцевості), а це Мала Ведмедиця, Велика Ведмедиця, Кассіопея, можна знаходити через опцію пошуку програми.

2. Всі інші характерні сузір'я потрібно згрупувати відповідно до періоду року, коли їх видно в Україні. Тобто Андромеда і Пегас — осінь, Оріон, Телець і Візничий — зима, Волопас, Діва, Лев — весна, Лебідь, Ліра, Орел — літо. Пошук цих сузір'їв здійснюють, встановивши попередньо в налаштуванні програми відповідні дату і час спостережень.

За такою методикою демонструємо всі інші характерні сузір'я. Якщо демонстрація відбувається на інтерактивній дошці, то рекомендуємо малювати найпримітніші фігури за найяскравішими зорями сузір'їв. У разі використання відеопроекції вмикайте/вимикайте опції «Лінії сузір'їв» і «Мітки сузір'їв» на панелі управління електронного планетарію Stellarium.

Щоб допомогти вчителям з організацією і проведенням навчальних астрономічних спостережень, а також у підготовці та виконанні практичних робіт, та з метою візуалізації теоретичного матеріалу курсу астрономії, ми організували на сайті «Астроосвіта» *Віртуальну астрономічну навчальну обсерваторію* (ВАО). (докладніше про це у п. 3.3.3).

3.1.4. Класифікація астрономічних задач та методика їх використання у процесі навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

Курс астрономії в українській школі так обмежено в часі, що це, здавалося б, не дає змоги застосовувати у процесі навчання астрономічні задачі. Окрім цього, сучасна вітчизняна методика шкільної астрономії не визначила типів таких задач і не показала, за яких умов чи в яких навчальних ситуаціях доцільно звернутися до задачі. Зауваження російського вченого-педагога Л.В. Жукова про те, що астрономічні задачі поділяють на три типи: *обчислювальні, якісні та експериментальні*⁶⁷, не вичерпує, очевидно, можливі типи навчальних задач з астрономії. Не вносять ясності у цю ситуацію й автори збірників задач, які нині доступні вчителеві астрономії. До таких відносимо збірники В.Г. Чепрасова⁶⁸, О.Ф. Новака⁶⁹ і С.Г. Кузьменкова⁷⁰.

Поняття задачі як такої і конкретно навчальної задачі в науковій і, зокрема, педагогічній літературі трактують дуже широко (в різних контекстах). Ми прихильники цілеспрямованого й діяльнісного процесу навчання астрономії, а тому схиляємося до позиції О.М. Леонтьєва, який вважав, що задача — це «... ціль дії, задана в певних умовах»⁷¹. Якщо конкретизувати це поняття до рівня навчальної задачі, то, наприклад, А.А. Оспенніков і М.А. Оспенніков у предметно-методологічному та психолого-педагогічному контекстах відносять до навчальних фізичних задач ті з них, для розв'язування яких використовують систему знань предметної

⁶⁷Жуков Л. В. Понятийный анализ условия и решения астрономических учебных задач как элемент технологии проблемного обучения / Л. В. Жуков // Преподавание физики в школе и вузе: Сборник научных статей. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2001. — С. 39—42.

⁶⁸Чепрасов В. Г. Завдання, запитання і задачі з астрономії: Посібник для вчителів / В. Г. Чепрасов. — К.: Рад. школа, 1984. — 144 с.

⁶⁹Новак О. Збірник задач і запитань з астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів України / О. Новак. — Рівне: Волинські береги, 2007. — 255 с.

⁷⁰Кузьменков С. Г. Зорі. Астрофізичні задачі з розв'язаннями / С. Г. Кузьменков. — К.: Освіта України, 2010. — 206 с.

⁷¹Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. — М.: Политиздат, 1975. — 304 с.

галузі «фізика» й застосовують методи фізичної науки⁷². Такі загальні уявлення можна застосувати й у разі розгляду навчальних астрономічних задач.

Під астрономічною задачею ми розуміємо певним чином змодельовану проблему, що спирається на астрономічну інформацію і яку розв'язують шляхом несуперечливих логічних міркувань та математичних дій із залученням законів фізики й астрономії.

Для розуміння суті задачі як дидактичної одиниці потрібно розкрити її структуру. Це питання ґрунтовно розглянуте у педагогічній літературі (див., наприклад, Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных задач / Л. М. Фридман. — М.: Педагогика, 1977. — 206 с.), аналіз якої дозволяє зробити висновок, що в структурі задачі обов'язковими є принаймні дві складові — вимога задачі й умова її виконання.

Щоб вирішити проблему визначення типів навчальних астрономічних задач, треба виконати їх класифікацію, що має спиратися на певну основу. Ми розробили класифікацію задач у курсі астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів з огляду на суть задачі як дидактичної одиниці, а також структури задач та особливості їх застосування у процесі навчання.

Зважаючи на широкий спектр задач, які можна використовувати в навчанні астрономії (зокрема й під час проведення астрономічних олімпіад), доцільно їх класифікувати:

за дидактичною метою — тренувальні, творчі (дослідницькі), контрольні;

за змістом — конкретні, абстрактні, з міжпредметним змістом, історичні, з певних розділів курсу астрономії;

за способом подання умови — текстові, графічні (задачі-малюнки або фотографії), спостережні (експериментальні);

за ступенем складності — прості (репродуктивні), середньої складності (евристичні), складні (олімпіадні), підвищеної складності (дослідницькі);

⁷²Оспенников А. А. Виды задач по физике и их разнообразие в традиционных и цифровых учебных пособиях по предмету / А. А. Оспенников, Н. А. Оспенников // Вестник ПГПУ «ИКТ в образовании». — 2010. — Выпуск № 6. — С. 79—89.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

за вимогою — на знаходження невідомого, на доведення, на спостереження небесного явища чи об'єкта;

за способом розв'язування — практичні, обчислювальні, графічні.

Запропонована класифікація, безумовно, не є вичерпною. Вона, наприклад, не містить якісні задачі. Про них далі скажемо окремо, адже їх широке застосування з об'єктивних причин має стати неодмінним у процесі навчання астрономії (хоча б як головний складник контролю знань учнів з астрономії).

Сама по собі класифікація астрономічних задач мало що дає для розуміння їх змісту, а отже, й можливості застосування у навчальному процесі. Тому з метою уточнення змісту астрономічних задач ми виконали аналіз класифікацій фізичних задач (див. праці О.В. Онопрієнка, Н.К. Міхеевої, О.І. Цветової, а також А.В. Усової, Н.М. Тулькібаєвої та С.Ю. Каменецького, В.П. Орехова) і завдань, вміщених у збірнику задач і практичних вправ з астрономії Б.О. Воронцова-Вельяминова⁷³.

Отже, *тренувальні* задачі — *прості*, які використовують для пояснення суті астрономічних явищ, законів і закономірностей, закріплення понять. Їх називають тренувальними, оскільки такі задачі необхідні на початковому етапі (перший рівень) засвоєння навчального матеріалу.

Творчі задачі — максимально наближені за характером свого змісту і постановкою до тих, які вирішують астрономи у процесі наукової (дослідницької) діяльності. Звісно, насправді це, так би мовити, відносно творчі задачі, адже розв'язуючи їх, учні роблять відкриття для себе, тобто новизна отриманого результату має суб'єктивний характер.

Творчі (дослідницькі) задачі доцільно використовувати для отримання учнями нових знань. Адже у процесі їх розв'язування учні опиняються в умовах проблемної ситуації, яку можуть вирішити, залучивши нову інформацію. Її вони можуть отримувати як самостійно, так і в складі групи чи з допомогою вчителя. Задачі цього типу варто формулювати у вигляді питань, що виникають під час вивчення нового навчального матеріалу і вирішення яких вимагає залучення щойно засвоєних знань.

⁷³Воронцов-Вельяминов Б. А. Сборник задач и практических упражнений по астрономии / Б. А. Воронцов-Вельяминов. — М.: Наука, 1974. — 272 с.

Задачі такого типу можна використовувати у процесі навчання астрономії на профільному рівні.

Контрольні задачі — будь-які задачі з нашої класифікації. Оскільки контроль знань належить до важливої складової навчального процесу, то вчитель, по-перше, має добирати задачі, що відповідають рівню навчання (державним вимогам до рівня загальноосвітньої підготовки учнів), а по-друге, намагатися максимально врахувати індивідуальність учня.

Конкретні задачі вимагають, наприклад, пояснити астрономічне явище, вказати причини виникнення, а отже, розкрити його зв'язки з іншими явищами. Головні запитання таких задач: «Що це таке? Чому це відбувається? За яких умов це можна спостерігати?».

Водночас *абстрактні* задачі своїм змістом орієнтовані на астрономічні поняття та уявні дії з ними з метою пошуку розв'язку задачі. Приклад такої задачі: «Сформулюйте відмінності між планетою й карликовою планетою».

Задачі з *міжпредметним змістом* для розв'язування потребують від учня знань з інших навчальних предметів, найперше з фізики. Однак це можуть бути й інші предмети, природничі чи навіть гуманітарні, наприклад література.

Історичні задачі містять запитання, пов'язані з важливими подіями в розвитку астрономії. Хоча вони переважно належать до репродуктивних задач, але їх потрібно використовувати, бо вони привертають увагу учнів до важливих подій в історії астрономії.

Задачі з *певних розділів курсу астрономії* — будь-які задачі з нашої класифікації, але такі, що змістом належать до якоїсь конкретної навчальної теми.

Умову *текстової* задачі виражено словесно, у вигляді тексту. Зазвичай такі задачі містять необхідні дані для їх розв'язування, окрім певних фізичних чи астрономічних констант, які учень має пам'ятати. Нині ця вимога не є беззаперечною, тобто учневі, який вивчає курс астрономії на базовому рівні, можна дозволяти користуватися довідниками.

Особливістю *графічних* задач є те, що їх умову формують за допомогою малюнка, схеми, графіка, креслення, фотографії тощо. У курсі астрономії цей тип задач може посідати істотне місце,

адже існує велика кількість зображень небесних об'єктів. Найпростіший варіант з таких задач — на упізнавання небесного тіла, наприклад планети Сонячної системи тощо.

Спостережні (експериментальні) задачі — астрономічні спостереження (реальні спостереження можна замінити на моделюванні), робота з картами зоряного неба, демонстраційний експеримент (моделювання оптичної системи телескопа, затемнень тощо). Ці задачі важливі на профільному рівні, хоча моделюванням спостережень зоряного неба, роботою з картою зоряного неба не варто нехтувати зовсім на рівні стандарту чи академічному рівні також.

Прості (репродуктивні) задачі — інакше тренувальні (описані вище).

Задачі *середньої складності* (інколи їх називають евристичними) — це такі задачі, спосіб розв'язування яких у явному вигляді учневі невідомий. Щоб їх розв'язати, потрібно виконати аналіз астрономічної ситуації, заданої в умові, встановити і зрозуміти астрономічні чи фізичні закономірності, характерні для такої ситуації. Учень має вміти використовувати раніше вивчений матеріал. Такі задачі вимагають від нього також уміння переформулювати умови.

Використання цих задач сприяє глибшому засвоєнню знань (другий рівень засвоєння), формує вміння застосовувати їх на практиці. Проте на базовому й академічному рівнях це вже складні задачі, а тому їх застосування доцільно обмежувати чи принаймні робити це вдумливо, щоб не створювати негативного ставлення учнів до навчального предмета.

Складні (олімпіадні) задачі. Своєю суттю будь-яка така задача — це максимально повний (інакше комплексний) розгляд астрономічного явища, об'єкта чи їх системи. Зазвичай розв'язок складної задачі залежить від низки варіативних параметрів її оригінальної умови, а тому вимагає від учня нестандартного мислення й високого рівня ерудиції, широкого кругозору. Окрім хорошого володіння навчальним матеріалом (знання астрономії й фізичних законів), під час розв'язування такої задачі учень має проявити кмітливість і винахідливість, щоб, наприклад, відмовитися від пошуку розв'язку за певним усталеним стандартом. Тобто складну (олімпіадну) задачу не розв'язують прямо «за стандартом»,

до такого розв'язку потрібно дійти, виконавши попередньо деякі логічно несуперечливі дії з її умовою.

Задачі *підвищеної складності* (дослідницькі) — інакше творчі, про які йшлося вище. Дослідницьку задачу не можна поставити перед усіма учнями, а тільки перед тими, хто проявляє інтерес до вивчення астрономії і схильний до індивідуальної (позакласної) роботи. Зазвичай такі задачі не мають усталеного формулювання; воно виникає у процесі постановки цілі дослідження. Важливо, щоб учень брав участь як у постановці цілі, так і у формулюванні змісту задачі. Дослідницька задача вимагає відносно багато часу на розв'язування, а тому її доцільно ставити за індивідуальним графіком у часових межах, відведених на вивчення курсу загалом.

Нині у процесі навчання природничих навчальних предметів широко застосовують якісні задачі. Єдиного, а головне, загально-визнаного означення якісної астрономічної задачі в педагогічній літературі ми не знайшли, а тому під такою задачею надалі будемо розуміти **навчальну ситуацію, що вимагає від учня розумових і практичних дій на основі використання астрономічної інформації, а також застосування набутих астрономічних знань і законів фізики без виконання математичних розрахунків.**

Отже, якісну задачу характеризує принаймні дві особливості: 1) увагу в ній акцентовано на суть астрономічних чи астрофізичних явищ і процесів; 2) для її розв'язування непотрібно виконувати обчислень.

Якісна астрономічна задача вимагає вирішення проблеми навчального характеру, але її розв'язок не зводиться до математичної формалізації чи встановлення кількісних співвідношень. Головне в таких задачах — логіка дій, які виконують з астрономічною інформацією, застосовуючи фізичні закони, співвідношення між астрономічними й фізичними величинами, фактами тощо. Все це зазвичай називають якісною стороною астрономічної проблеми, що лежить в основі задачі. Звісно, логіка дій учня у процесі пошуку відповіді має бути несуперечливою, інакше розв'язок задачі буде неправильним.

Розглядаючи тему астрономічних задач, неможливо обійти увагою таке важливе питання, як визначення рівня складності задачі. У нашій класифікації згадано й коротко описано прості, складні та підвищеної складності задачі. Однак цього явно не

Розділ 3. Як навчати астрономії?

достатньо для того, щоб скласти чітке уявлення про такі рівні, а отже, й співвідношення між різними типами задач. Аби означити шлях вирішення проблеми, ми скористалися відомою таксономією навчальних задач Д. Толлінгерової та ін.⁷⁴, в якій усі задачі розподілено за рівнем зростанням когнітивної складності й операціональної цінності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рівні складності астрономічних навчальних задач (за таксономією Д. Толлінгерової та ін.)

Категорія	Ступінь складності	Зміст операцій	Словесне оформлення (лінгвістична форма)
1.0. Задачі на мнемонічне відтворення інформації	1.1	Задачі на упізнання	Що це ...
	1.2	Задачі на сприйняття окремих чисел, фактів, понять	Яке з ... Хто був першим ... Як називають ...
	1.3	Задачі на відтворення визначень, норм, правил	Дайте визначення ...
	1.4	Задачі на відтворення таблиць, графіків, схем тощо	Намалюйте схему ...
2.0. Задачі, що вимагають простих розумових операцій з інформацією	2.1	Задачі на виконання дій (вимірювання, прості обчислення тощо)	Установіть, який розмір ... Опишіть, з чого складається ... Перелічіть частини ... Складіть перелік ... Опишіть перебіг ... Скажіть, як проводять ... Як діють за умови ... Чим відрізняється ... Порівняйте ... Визначіть схожість і відмінність ... Чому ... Яким способом ... Що є причиною ...
	2.2	Задачі на перерахунок і опис фактів (обчислення, перелік тощо)	
	2.3	Задачі на опис і назву процесів і способів дії	
	2.4	Задачі на розподіл і структуру (аналіз і синтез)	
	2.5	Задачі на співставлення і розподіл (порівняння і дискримінація)	
	2.6	Задачі на розподіл (категоризація і класифікація)	
	2.7	Задачі на встановлення відносин між фактами: причина, наслідок, ціль, засіб, вплив, функція, корисність, інструмент, спосіб тощо	
	2.8	Задачі на абстракцію, конкретизацію і узагальнення	
	2.9	Розв'язування нескладних прикладів (з відомими величинами тощо)	

⁷⁴Толлінгерова Д. Психология проектирования умственного развития детей / Д. Толлингерова, Д. Голоушова, Г. Канторкова. — М.: Прага, Роспедагентство, 1994. — 48 с.

Таблиця 3.4 (закінчення)

Категорія	Ступінь складності	Зміст операцій	Словесне оформлення (лінгвістична форма)
3.0. Задачі, що вимагають складних розумових операцій	3.1	Задачі з трансферу (трансляція, трансформація)	Поясніть сенс ...
	3.2	Задачі на виклад (інтерпретація, пояснення смислу, значення, обґрунтування)	Розкрийте значення ... Як ви розумієте ... Чому вважаєте, що ...
	3.3	Задачі на індукцію	Визначіть ...
	3.4	Задачі на дедукцію	Доведіть ...
	3.5	Задачі на доведення, аргументацію і перевірку	Виразіть формулу словами
	3.6	Задачі на оцінку	
4.0. Творчі задачі	4.1	Задачі на розробку оглядів, рефератів тощо	Інформація не лише про результати розв'язку, але й про його процес, умови, фази, компоненти, труднощі тощо
	4.2	Задачі на розробку звітів тощо	
	4.3	Самостійні спостережні роботи, дослідницькі проекти тощо	
5.0. Задачі, що вимагають обробки й трансформації даних	5.1	Задачі на практичне застосування	Придумайте практичний приклад ... На основі власних спостережень визначіть ...
	5.2	Розв'язування проблемних задач і ситуацій	
	5.3	Постановка питання і формулювання задачі	

З таблиці 3.4 видно, що задачі, віднесені до категорії 1—3, можуть бути якісними. Важливість цієї таблиці — у формулюванні змісту операцій, що притаманні тому чи іншому рівневі задачі, а також у прикладах лінгвістичних (словесних) форм таких задач.

Під оглядом методики астрономічні задачі мало чим відрізняються від задач у курсі фізики чи хімії. Вони мають такі ж навчальні цілі та принципи побудови, а також схожі методи розв'язування. До навчальних цілей, які доцільно ставити і яких можна досягти, скориставшись астрономічними задачами, ми відносимо:

- формування нових знань;
- створення проблемних навчальних ситуацій;
- формування предметних компетентностей;
- формування й розвиток інтересу до навчального предмета;
- розвиток творчих (дослідницьких) здібностей учнів;
- контроль засвоєння й закріплення навчального матеріалу.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

Усе назване вище свідчить про те, що розв'язування задач є одним із методів навчання астрономії. Наприклад, під час проведення комбінованого уроку їх доцільно використовувати на початку заняття для актуалізації раніше набутих знань, а також у його кінці — для закріплення вивченого матеріалу. Для досягнення вказаних цілей метод розв'язування задач підходить найкраще.

Педагогічна практика виробила певну послідовність розв'язування задач різних типів. Ми її не розглядаємо, адже вона вчителям відома, як не розглядаємо питання пошуку розв'язку задачі, тобто логічно несуперечливого зв'язку між відомим (за умовою задачі) й невідомим — тим, що потрібно знайти, оскільки фактично йдеться про методи розв'язування задач, які широко розглянуті в педагогічній літературі. Приклади розв'язування окремих задач подано в «Збірнику різнорівневих завдань для проведення державної підсумкової атестації з астрономії» (див. посилання 61 на с. 151). Укажемо також на те, що розв'язування астрономічних задач, принаймні окремих їх типів (наприклад складних), вимагає використання математичного апарату, тобто виконання арифметичних, алгебраїчних чи геометричних операцій або ж їх комбінацій. Зрозуміло, що учні мають володіти цим математичним апаратом.

3.1.5. Методи контролю та оцінка результатів навчання (досягнення цілей)

Завершальний елемент у структурі діяльності — її кінцевий результат, тобто ціль, якої вдалося досягти. Для навчальної діяльності під результатом мають на увазі сформовані в учня компетентності (засвоєні знання і сформовані вміння застосовувати ці знання на практиці)⁷⁵. Для курсу астрономії, який учні вивчають у школі, під практичним застосуванням набутих знань ми маємо на увазі головно використання їх у розумових діях з аналізу та оцінки реальних спостережних об'єктів, явищ і процесів, що відбуваються у Всесвіті.

⁷⁵Компетенции в образовании: опыт проектирования / Под ред. А.В. Хуторского. — М.: Научно-внедренческое предприятие «ИНЭК», 2007. — 327 с.

Перевірка й оцінка знань та умінь учнів — один з найважливіших етапів навчального процесу, а тому цьому питанню надавали особливої ваги відомі вчені-педагоги (К.Д. Ушинський, А.С. Макаренко, В.О. Сухомлинський та ін.). Аналіз психолого-педагогічної літератури показує, що проблему перевірки й оцінки знань учнів розглядали в різних аспектах. Серед них — функції, принципи, специфіка методів перевірки й оцінки знань учнів, діагностична функція тощо. Ці дослідження дозволяють краще зрозуміти проблему оцінювання результатів навчальної діяльності на сучасному етапі розвитку освіти. Проте перехід від знаннєвої парадигми освіти до особистісно зорієнтованої, спрямованої на формування компетентностей, вимагає перегляду системи перевірки засвоєння знань та їх практичного застосування. Вона головно має бути спрямована на підтримку й розвиток самостійності учня в усіх її проявах.

Принциповим у зв'язку з цим є розуміння того, що основним результатом, який отримуємо в навчанні, досягнувши певних його цілей, є зміна внутрішнього стану учня. Проте оцінити результати навчання можна лише за зовнішніми проявами, тобто такими діями учня, які вдається чітко зафіксувати й порівняти з певним еталоном. Отже, щоб визначити запланований навчальний результат, потрібно чітко і в якомога повнішому обсязі описати його прояви в зовнішніх ознаках. Для цієї мети доцільно використати навчальні цілі, виражені через результати діяльності. Саме це дає змогу надійно та об'єктивно оцінити результати навчання учнів.

Підсумки порівняння отриманих результатів з раніше поставленими цілями свідчать про ефективність процесу навчальної діяльності: чи досягнута ціль; якщо так, то якою мірою (наскільки успішно), а якщо ні, то з яких причин. Об'єктивна оцінка результатів навчання допомагає вчителю організовувати навчальний процес і, безумовно, виховує учня.

Оскільки один із шляхів досягнення поставлених навчальних цілей — вирішення (розв'язування) учнями навчальних завдань (задач), то оцінити результати навчальної діяльності учня можна за тим, як він вирішує такі завдання. На основі таксономії Блума і на підставі аналізу наукових праць (наприклад Гузеев В.В. Планирование результатов образования и образовательная технология /

Розділ 3. Як навчати астрономії?

В. В. Гузєєв. — М.: Народное образование, 2001. — 87 с.), ми сформулювали категорії навчальних цілей та типи педагогічних завдань в когнітивній сфері (табл. 3.5), в яких рівні навчальних цілей співвіднесли з діями вчителя та учня, а також типом навчальних завдань.

Таблиця 3.5

Категорії навчальних цілей та типи педагогічних завдань в когнітивній сфері

Рівні навчальних цілей (1)	Рівень знань (2)	Вид діяльності (3)	Конкретні дії учнів, які свідчать про досягнення цього рівня (4)	Дії вчителя (5)	Головні терміни, які використовують для спонукання учнів (6)	Типи навчальних завдань (7)
<i>Знання.</i> Запам'ятовування й відтворення вивченого матеріалу — від конкретних фактів до цілісної теорії.	Знання-впізнавання; Знання-репродукція	Репродуктивний	<i>Відтворює.</i> терміни, конкретні факти, методи і процедури, основні поняття, правила і принципи.	Розповідає, показує, спрямовує	Перелічіть, запам'ятайте, назвіть	Завдання, що дозволяють учням усвідомити сутнісні ознаки астрономічних понять, явищ. Ілюстрації до теоретичного матеріалу.
<i>Розуміння.</i> Перетворення (трансформація) матеріалу з однієї форми вираження в іншу, інтерпретація матеріалу, припущення (оцінка і прогноз) про подальший хід явищ, подій.	Знання-розуміння	Репродуктивний	<i>Пояснює.</i> факти, правила, принципи; <i>Перетворює.</i> словесний матеріал у математичні вирази; <i>Описує.</i> імовірно майбутні наслідки, що впливають з наявної інформації.	Порівнює, протиставляє, демонструє	Обговоріть, визначте, розкажіть	Завдання, що виявляють гнучкість мислення й усвідомленість астрономічних знань учнів.
<i>Застосування.</i> Уміння використати вивчений матеріал у конкретних умовах і нових ситуаціях.	Знання-переконання	Продуктивний	<i>Застосовує.</i> закони, теорії в конкретних практичних ситуаціях; <i>Використовує.</i> поняття і принципи в нових ситуаціях.	Спостерігає, допомагає, критикує	Застосуйте, обчисліть, змініть, виберіть, класифікуйте, закінчіть, продемонструйте, виявіть, задійте, дослідіть, виконайте спостереження, проілюструйте, модифікуйте, співвіднесіть, сплануйте, покажіть, розв'яжіть	Завдання, які включають планування, вибір або знаходження оптимальних засобів і способів виконання діяльності (наприклад виконання практичної роботи чи виконання спостереження).

І. Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

Таблиця 3.5 (продовження)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>Аналіз.</i> Уміння розчленувати ціле (навчальний матеріал) на складові елементи так, щоб ясно виступала структура.	Знання-застосування	Продуктивний	<i>Виокремлює.</i> частини цілого; <i>виявляє</i> взаємозв'язки між ними; <i>Визначає.</i> принципи організації цілого; <i>Бачить.</i> помилки й недоліки в логіці міркування; <i>Розрізняє.</i> відмінність між фактами й наслідками; <i>Оцінює.</i> значимість інформації.	Напрявляє, досліджує, інформує	Проаналізуйте, оцініть, обчисліть, класифікуйте, порівняйте, протиставте, критикуйте, розділіть, поясніть, виведіть, упорядкуйте, співвіднесіть, перевірте	Завдання, що розвивають вміння передбачити запланований результат діяльності.
<i>Синтез.</i> Уміння комбінувати елементи, щоб утворити ціле, що має новизну.	Знання-застосування	Продуктивний	<i>Пише</i> твір, виступ, доповідь, реферат; <i>Пропонує</i> план проведення експерименту або інших дій; <i>Складає</i> схеми задачі.	Узагальнює, оцінює, розмірковує	Згрупуйте, зберіть, складіть, створіть, розробіть, сформулюйте, узагальніть, об'єднайте, придумайте, модифікуйте, організуйте, сплануйте, підготуйте, запропонуйте, перегрупуйте, переписіть, встановіть, замініть	Завдання, що вимагають нових знань різних засобів і методів застосування.
<i>Оцінювання.</i> Уміння оцінювати значення того чи іншого матеріалу.	Знання-застосування	Продуктивний	<i>Оцінює</i> логіку побудови письмового тексту, відповідність висновків наявній інформації.	Уточнює, припускає, гармонізує	Доведіть, порівняйте, зробіть висновок, переконайте, розв'яжіть, обґрунтуйте, поясніть, виміряйте, передбачте, порекомендуйте,	Завдання, пов'язані з оцінкою й доказом того, що навчальні дії виконано правильно або неправильно, оцінка учнем проміжних і кінцевих

Розділ 3. Як навчати астрономії?

Таблиця 3.5 (закінчення)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Оцінювання. Уміння оцінювати значення того чи іншого матеріалу.	Знання-застосування	Продуктивний	Оцінює значимість того чи іншого продукту діяльності.	Уточнює, припускає, гармонізує	виділіть, підсумуйте, підтримайте, перевірте, оцініть	результатів своїх дій з виявленням і виправленням допущених помилок.

Оскільки зазначені в табл. 3.5 вимірювачі досягнень учнів (сформульовані в стовпці «Головні терміни, які використовують для спонукання учнів») можна реалізувати на практиці у вигляді навчальних завдань (задач), то доцільно знову звернути увагу на їх таксономію, запропоновану Д. Толлінгеровою та ін. (див. табл. 3.4).

У зазначеній таксономії навчальні завдання розподілено на п'ять класів, кожен з яких містить завдання, що вимагають: 1) мнемонічного відтворення інформації; 2) простих розумових операцій; 3) складних розумових операцій з інформацією; 4) повідомлення інформації; 5) творчого мислення.

Ця таксономія дозволяє конструювати завдання і задачі як для виконання поставлених навчальних цілей у процесі вивчення астрономії, так і для оцінювання (діагностики) знань та рівня сформованості навчальних дій учнів.

Учитель може розширити й доповнити таксономію, вводячи завдання, що відповідають змісту курсу астрономії певного освітнього рівня чи цілям навчання конкретним темам. Наприклад, для профільного рівня доцільними можуть бути такі завдання, віднесені нами до 5-ї категорії:

- на осмислення й узагальнення емпіричних даних щодо екзопланет і порівняння отриманого узагальнення з будовою Сонячної системи;
- пошук інтуїтивних рішень складної ситуації щодо сонячно-земних зв'язків.

Таксономія Д. Толлінгерової та ін., безумовно, не ідеальна, а її застосування на практиці вимагає розробки великої кількості навчальних завдань і задач різної когнітивної складності з кожної теми курсу астрономії. Проте вона дає змогу суттєво диференціювати процес оцінювання результатів навчальної діяльності учня аж до організації індивідуального підходу в оцінюванні.

Окрім розглянутого вище, є й інші підходи до визначення рівнів засвоєння навчального матеріалу (див., наприклад, Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / Под ред. М.Н. Скаткина, В.В. Краевского. — М.: Педагогика, 1978. — 208 с.), на основі яких можна створювати різні системи оцінювання результатів навчальної діяльності. Ми не будемо їх розглядати, як і принципи, функції, процес, методи, види і форми контролю знань учнів, натомість зосередимо увагу на головних моментах системи оцінювання результатів навчання як такої.

Відповідь на питання, що зроблено добре, а що ні, можна знайти, спираючись на певні критерії. Ясність, точність, повнота критеріїв оцінки є найголовнішим мірилом, що дозволяє робити висновки про якість оціночної діяльності, про змістовність оціночних висновків.

Критерії оцінки досягнення результатів навчання — це опис того, що має вміти робити учень, щоб їх продемонструвати. Результат навчання і критерій його оцінки прямо пов'язані між собою. Призначення критерію оцінки — встановити точний і однозначний стандарт досягнення конкретного результату навчання. Критерії оцінки розробляють для кожної діяльності, результат якої треба оцінити. Головний компонент критерію оцінки — визначник (індикатор виконання) дії, що розкриває зміст інтелектуальної вимоги, ступінь складності дій учня і його самостійності під час їх виконання.

Тому критерії мають складатися з активного дієслова, описової частини й визначників (індикаторів). Критерії оцінки мають бути прямо пов'язані з конкретними запланованими результатами, докладно описуючи, що учень знає, розуміє або вміє робити, а отже, як він виконує вимоги певного рівня. Основна складова критерію — розширене пояснення дії, яку виражають активним дієсловом у формулюванні запланованого результату. Для досягнення максимальної гнучкості під час організації оцінювання, відповідно до компетентнісного підходу, у формулюваннях критеріїв неприпустимо називати види навчальної діяльності. Критерії не можна пов'язувати з певними методами оцінювання. Навпаки, вони мають бути задані в такій формі, щоб їх можна було застосувати, а за потреби й сумістити з різними методами.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

Методи оцінювання можуть бути різними, їх обирають з огляду на цілі й заплановані результати навчання. Головні вимоги до методу оцінювання — це адекватність результатам навчальної діяльності учня, що підлягають оцінці, надійність і чутливість для забезпечення об'єктивності і справедливості виставлення індивідуальних оцінок.

Всі матеріали щодо критеріїв, методів і засобів оцінки результатів навчання мають міститися в робочій програмі курсу астрономії (навчальна програма, подана в діагностичній формі) разом з описом змісту, видів навчальних занять, освітніх технологій і, власне, результатів навчання.

Отже, ціль як результат навчальної діяльності можна виразити в образі результату зі своїми критеріями та рівнями досягнутого (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Вираження цілі як результату навчання

Як розробляти елементи оцінювання результатів навчання для курсу астрономії? Діяти доцільно за такою схемою. На попередньому етапі перевести відповідну навчальну програму в діагностичну форму, щоб забезпечити можливість і зручність оцінки навчальних досягнень учнів. Для цього радимо використати критерії оцінювання знань з астрономії⁷⁶.

На основному етапі визначають зміст засобів оцінювання на підставі Державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів, що наведені в навчальній програмі. Наприклад: «Учень (учениця) *характеризує* астрономію як спостережну науку». Варто конкретизувати і, за можливості, деталізувати задані результати навчання (у нашому прикладі *вимогу характеризувати*) для кожної теми навчальної програми.

⁷⁶Довідник учителя фізики, астрономії в запитаннях та відповідях / Авт. – упоряд. О. В. Хоменко. — Харків: Веста: Видавництво «Ранок», 2006. — С. 380—386.

Деталізацію розпочинають з аналізу змісту, розбиваючи його на навчальні елементи (у нашому прикладі це вислів «астрономія — спостережна наука»). Зауважимо, навчальні програми вже значною мірою деталізовані, але це не означає, що вчитель не має права на ще глибшу деталізацію змісту.

Навчальний елемент (елемент оцінювання) розглядають як змістову одиницю предметного вивчення, що відповідає до компоненту змісту: поняття, теорія, закон, закономірність, явище, факт, об'єкт, метод тощо.

Перед кожним навчальним елементом ставлять одну чи кілька певних діяльнісних цілей, а обсяг інформації (знань), яку повідомляють учневі (чи надають можливість це зробити йому самому), має забезпечувати її досягнення.

Цілі вивчення навчального елемента «астрономія — спостережна наука» можуть бути такими: 1) *оцінити й узагальнити* міру проникнення (відсотки чи кілометри до поверхні) електромагнітного випромінювання крізь атмосферу Землі; 2) виконати *аналіз* отриманого результату й запропонувати варіанти виконання умовних астрономічних спостережень небесного об'єкта, максимум випромінювання якого зміщений у певну ділянку електромагнітного спектру.

Для кожної встановленої цілі навчальної діяльності варто сформулювати контрольні навчальні завдання (наприклад за таксономією Д. Толлінгерової та ін.), з результатів виконання яких можна зробити висновок про ступінь освоєння учнем навчального матеріалу дидактичної одиниці (навчального елемента) і, отже, про відповідність тій чи іншій поставленій цілі.

Для навчального елемента «астрономія — спостережна наука» контрольні запитання можуть бути такими (наводимо як приклад):

1. Назвіть не менше трьох видів електромагнітного випромінювання.
2. Назвіть діапазони електромагнітного спектру, хвилі яких досягають поверхні Землі.
3. Назвіть електромагнітні випромінювання, що не досягають поверхні Землі. Що є причиною цього?
4. Чому астрономічні обсерваторії зазвичай будують високо в горах?
5. Що впливає з аналізу міри проникнення електромагнітних хвиль крізь атмосферу Землі?

Наступний крок — організація конкретних заходів контролю (контрольна робота, тести, самоконтроль, іспит тощо). Для цього варто розробити план (специфікацію) контрольної роботи, в якому вказати як дидактичні одиниці, так і форму навчальних завдань. Далі потрібно сформулювати (чи дібрати вже готові, наприклад з наших збірників завдань для проведення державної підсумкової атестації з астрономії) навчальні завдання та визначити критерії оцінки результатів виконання контрольної роботи. Завершальний етап розробки засобів оцінювання — створення методичних рекомендацій для учнів щодо процедури контролю. Цим етапом не варто нехтувати — учні мають знати умови оцінки результатів їхньої навчальної діяльності.

3.2. Гуманізація, гуманітаризація і диференціація в навчанні астрономії

Курс астрономії у старшій загальноосвітній школі в нинішніх освітніх реаліях важко уявити за межами таких важливих процесів, як гуманізація, гуманітаризація та диференціація навчання. І це не данина педагогічній «моді», а цілком об'єктивна ситуація, спричинена як глибокими суспільно-політичними змінами в Україні, так і глобальною історично-цивілізаційною трансформацією світу.

3.2.1. Гуманізація та гуманітаризація в навчанні астрономії

Ідея гуманізації освітнього процесу полягає в тому, що в центрі уваги вчителя має перебувати учень: його інтереси, навчальні й життєві цілі, схильності й запити; його особистість, до якої вчитель ставиться з повагою, гідністю й довірою. Учитель створює максимально сприятливі умови для розкриття та розвитку здібностей учня, для його самовизначення. Окрім цього, гуманістична позиція педагога полягає в тому, що він сприймає учня одночасно таким, яким він є і яким він може, зважаючи на природні задатки, стати. Ідеї гуманізації освіти лежать у руслі загальної тенденції гуманізації сучасного суспільства, що визнає найвищою цінністю нашого світу людську особистість.

Нині важко заперечувати думку про те, що курс астрономії у старшій загальноосвітній школі – це не зменшена копія відповідної йому науки. Тому, окрім суто наукового змісту, шкільний курс астрономії неможливо розглядати без урахування законів педагогіки, психології, фізіології, а також за рамками загальнокультурного та історичного аспектів розвитку астрономічної науки і освіти. Зважаючи на це, під час добору змісту та його методичної обробки важливо враховувати особливості сприйняття навчального матеріалу учнями, що належать до різних категорій за психічними типами.

Шкільний курс астрономії має набути більшого загальнокультурного значення, бути зорієнтованим на формування особистості учня. Це зумовлено тим, що нині сенс освіти насамперед вбачають у становленні людини, формуванні нею свого образу (неповторної індивідуальності, духовності), розвитку творчих здібностей. «Освітити (в розумінні навчити) людину — означає допомогти їй стати суб'єктом культури, навчити життєтворчості» (див. посилання 19 на с. 60).

Аналіз педагогічної літератури (див., наприклад, Гуманистические воспитательные системы вчера и сегодня / Под ред. Н. Л. Селивановой. — М.: Пед. о-во России, 1998. — 233 с.) вказує на те, що розробники гуманістичного підходу до освіти мають досить широкий спектр поглядів на його зміст і шляхи впровадження. Однак суттю гуманістичного підходу, яку поділяють загалом усі його прихильники, є ціннісне ставлення до особистості людини, розгляд дитинства як унікального періоду життя людини, визнання розвитку дитини (розумового, морального, фізичного, естетичного) головним завданням освіти⁷⁷.

Гуманістично орієнтований освітній процес має низку відмінностей від традиційного, притаманного для знаннєвої педагогіки. Найважливіша з них полягає в тому, що вчитель ставиться до учня не як до об'єкта, яким він керує, а як до повноправного суб'єкта навчання. Завдання вчителя створити, причому за активної участі учня, умови для його творчої самореалізації. Наприклад, учитель організовує освітню діяльність учня не як сприйняття й переробку інформації, а як процес вирішення різних за складністю навчальних проблем, і, що важливо, допомагає учневі зрозуміти особистий

⁷⁷Амонашвили Ш. А. Размышления о гуманной педагогике / Ш. А. Амонашвили. — М.: Изд. дом Шалвы Амонашвили, 2001. — 461 с.

сенс цих проблем. Таким чином учитель, створюючи навчальні ситуації, в яких учень може самостійно визначати свої уподобання й інтереси, природні задатки й набуті вміння, а також проявляти пізнавальну активність, зокрема й шляхом самонавчання та само-реалізації, допомагає учневі увійти у світ культури й соціальних зв'язків.

На думку деяких дослідників⁷⁸, гуманізацію освіти не можна звести до якихось конкретних технологій чи методик навчання й виховання. Гуманізацію освіти треба розглядати як ціннісну орієнтацію, а її основою мають бути гуманістичні особистісні установки вчителя. У зв'язку з цим говорять про гуманістичну педагогічну культуру, якою має володіти вчитель⁷⁹.

Гуманізація освіти загалом і викладання астрономії зокрема вимагає перегляду всієї системи навчання — від зміни цілей до конкретних форм і методів. Загальна методологія гуманізації освіти, на думку М.А. Кусаїнової⁸⁰, містить три основні аспекти: 1) особистісно-зорієнтований підхід до процесу навчання; 2) формування вільнодумства й широти стратегій мислення учнів; 3) широке використання активних і пошукових форм навчання.

Щоб задіяти ідеї гуманізації астрономічної освіти у практиці навчання астрономії, найперше треба добирати такий зміст і ставити такі цілі, які б сприяли особистісно-зорієнтованому підходу до процесу навчання. Водночас, як вважають О.К. Корсакова та С.Е. Трубацова (див. посилання 24 на с. 67), основним засобом гуманізації змісту освіти є його гуманітаризація, яка означає, що у фундамент формування особистості мають бути покладені знання про людину і людяність, знання, які використовуються на її благо. На їхню думку, ознаки гуманізації змісту освіти такі: а) фундаментальність; б) розвиток особистісних якостей учня; в) діалогічність; г) інтегративність; ґ) екзистенціальність.

⁷⁸Лукацкий М. А. Образование, центрированное на человеке: история и современное звучание гуманистических идей / М. А. Лукацкий, М. Е. Остренкова // Образование и общество. — 2005. — № 6. — С. 82—92.

⁷⁹Бондаревская Е. В. Педагогическая культура как общественная и личная ценность / Е. В. Бондаревская // Педагогика. — 1999. — № 3. — С.37—43.

⁸⁰Кусаинова М. А. Гуманизация образовательного процесса как фактор личностного развития школьника / М. А. Кусаинова // Знание. Понимание. Умение. — 2007. — № 3. — С. 57—60.

Гуманітаризацію навчального процесу можна здійснити шляхом посилення практичного і прикладного аспектів у викладанні астрономії. До практичних і прикладних аспектів ми відносимо вивчення зоряного неба (найяскравіші зорі, найвідоміші сузір'я, видимі неозброєним оком планети, фази Місяця, яскраві комети, метеори) та формування елементарних умінь орієнтування у просторі й часі по небесних світилах. Сюди також відносимо питання про вплив астрономічних знань на міфологію та формування наукової картини світу, їх проникнення в різні мистецькі жанри й, безумовно, інші природничі науки, зокрема фізику, хімію, географію та ін. Все це має дати можливість кожному учневі знайти *щось своє* в курсі астрономії.

Опановуючи основи астрономії, учні долучаються до таких компонентів культури, як наука, наукове знання, мислення, пізнавальна діяльність та ін. Цей соціокультурний матеріал є для них духовним надбанням, важливим елементом їх власної культури.

Серед основних напрямів діяльності вчителя з метою залучення учнів до цінностей наукового пізнання на матеріалі шкільної астрономії, а через них формування сучасної особистості ми виділяємо за прикладом⁸¹ такі: по-перше, треба обґрунтувати наукове, філософське й методологічне значення навчального матеріалу, показати його важливість; по-друге, потрібно розкрити ціннісні аспекти астрономії як науки, що виявляють себе у взаємодії з іншими галузями людської діяльності; по-третє, важливо проаналізувати цінності самого життя і проблеми самореалізації людини на прикладах творчості видатних вчених-астрономів.

У процесі навчання астрономії доцільно акцентувати увагу на розвиток критичного мислення учнів, що також лежить у руслі гуманізації. Адже, за словами М.А. Кусаїнової, «формування вільнодумства й широти стратегій мислення» дозволяє розкривати особистісні якості, виявляти ціннісне ставлення до навчальної інформації, формувати комунікаційні здібності, вміння слухати однокласників, бути толерантним щодо висловлювань інших учнів, сприймати різні ідеї тощо.

⁸¹Сабирова Р. Р. Использование технологии конструирования системы культуротворческих ситуаций на уроках физики в гуманитарной гимназии [Електронний ресурс] // Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» [сайт]. — Текст і граф. дані. — М., 2003—2016. — Режим доступу: <http://festival.1september.ru/articles/413921> (дата звернення: 31.01.2016). — Назва з екрана.

У навчальний матеріал доцільно включати найяскравіші в емоційному відношенні епізоди історії астрономії, знайомити учнів з великими відкриттями і видатними астрономами. Як приклад життя й наукова діяльність Йогана Кеплера, автора відомих законів руху планет, який упродовж десятків років активно шукав розгадку цієї таємниці, незважаючи на тяжке матеріальне становище, родинні й суспільні негаразди. Приклад Кеплера дає змогу показати учням прагнення науковця до пізнання, яке дає людині не просто нове знання, але й глибоке душевне задоволення, викликає яскраві переживання «наукових сумнівів», приносить радість від просування незнайомим шляхом у пошуках елегантного, стислого, наочного виразу закономірностей нашого Всесвіту. Відданість Й. Кеплера науці, устремління у пошуках її прихованих законів — прекрасний приклад сучасній молодій людині.

В астрономії є приклади, коли великі відкриття зробили люди, які фахово не були астрономами. Однак краса, принади й таємниці зоряного неба привели їх до активних занять астрономією. Серед таких, зокрема, В. Гершель (освітою музикант) і Е. Габбл (першою освітою — юрист) — усесвітньо відомі астрономи. Менш відомим є П. Ловелл, який власним коштом побудував астрономічну обсерваторію, де згодом К. Томбо відкрив Плутон — тепер карликову планету Сонячної системи. Таких прикладів багато. Зрештою багатьох художників, поетів, музикантів зоряне небо надихнуло на створення прекрасних творів. Як приклад: Мікеланджело Буанарроті, Вінсент ван Гог, Людвіг ван Бетховен, Іван Бунін, Микола Зеров та багато інших.

Це важлива особливість, яку потрібно використати у процесі навчання астрономії. Знаменитий М. Коперник сказав, що «оскільки мета шляхетних наук — відволікати людину від вад і спрямовувати її розум до кращого, то найбільше в цьому може зробити астрономія завдяки неймовірно великій насолоді, яку вона надає розуму». Але для того щоб учень відчув цю насолоду, потрібна загальнокультурна орієнтація процесу навчання астрономії. Це, серед іншого, означає доступну, ясну, образну мову вчителя, його позитивні емоції під час спілкування з учнями, використання на уроці цитат з висловлювань відомих людей, власних історій і переживань, пов'язаних із зоряним небом.

Процес гуманітаризації не має бути одностороннім, спрямованим лише від учителя. Учень в ньому має також грати активну роль. Для цього потрібно дати можливість учням розповісти про свій особистий досвід, враження від, наприклад, споглядання зоряного неба. Адже в Україні важко знайти молоду людину, яка б не бачила справжнього зоряного неба. Хтось із учнів, можливо, має досвід телескопічних спостережень, хтось відвідував планетарій чи астрономічну обсерваторію, когось приваблюють електронні космічні симулятори (ігри), а хтось полюбить читати фантастику. Все це бажано задіяти у процесі навчання астрономії з метою його гуманізації та гуманітаризації.

Ми вважаємо — застосування гуманітарного чинника, тобто комплексу питань, що розкривають астрономічну науку та її здобутки через життя як окремих людей, так і окремих народів, суспільств, цивілізації в цілому, загалом дозволяє підвищити інтерес до навчання астрономії.

Світ єдиний у своєму розмаїтті, але пізнаємо ми його як мінімум через «дві культури»⁸². І хоча поділ на «фізиків» і «ліриків» є певною мірою умовним, однак встановлено, що за тим, як люди сприймають і переробляють інформацію, їх справді можна розділити на тих, хто схильний до образного, цілісного мислення, і на тих, що вдаються до розгруповання, «квантування» інформації. Зважаючи на це, вчитель астрономії має розуміти, що перевага логічно організованої та формалізованої інформації над її художньо-образними формами створює труднощі у сприйнятті навчального матеріалу учнями з образним мисленням.

Учитель не може до всіх учнів підходити з однаковим матеріалом, набором типових завдань, прийомів і методів. На уроці йому потрібно створити такі умови, які б «розбудили» учня, спонукали до появи внутрішніх обставин, що надалі ведуть до самопізнання, самореалізації, самоаналізу.

Досягнення цієї, доволі складної, мети можливе через розвиток позитивної мотивації навчання. Саме тому, наприклад, кожен урок має бути спільною творчістю учнів та їх учителя. Учні мають чітко знати цілі, які перед ними стоять на уроці, й дуже добре, якщо вони усвідомлено їх формулюють.

⁸²Сноу Ч. П. Две культуры / Ч. П. Сноу. — М.: Прогресс, 1973. — 144 с.

Обираючи методи та засоби навчання, потрібно враховувати, що учні мають різний рівень розвитку пізнавального інтересу, творчого потенціалу. Посилення мотиваційного компонента навчання, формування позитивного емоційного настрою до опанування знань, розвиток наукового світогляду, усвідомлення місця астрономії в загальній культурі людини, створення умов для сприйняття краси і гармонії природничо-наукового знання — ось складові формування стійкого інтересу учнів до курсу астрономії. Лише за такої умови вони зрозуміють структуру й логіку курсу, пізнають методи пошуку й доказів нових знань. У навчанні їх буде захоплювати сам процес здобування нових знань, а самостійне вирішення проблем, нестандартних завдань принесе задоволення.

На уроці, в позакласній роботі треба намагатися підтримувати атмосферу довіри й доброзичливості, творчий мікроклімат. Це можливо за умови, що вчитель цікавиться життям учнів, знає їх захоплення, розуміє мотиви їхніх дій, є привітним, стриманим, терплячим, принциповим, любить свою справу.

Розвиток інтересу, як відомо з психології, проходить стадії зародження, зміцнення, розширення, вдосконалення. Знання рівнів розвитку пізнавального інтересу, характеру переходу від одного рівня до іншого, залежності цього процесу від індивідуальних здібностей психічної діяльності кожної дитини мають найбільше значення для вирішення проблеми розвитку стійких пізнавальних інтересів. Для формування зацікавленості варто користатися формулою: від *часткового* (цікавий факт, подія, явище тощо) до *загального* (цікавість до теми, розділу, навчального предмета загалом).

Відомо, що як і всі психічні властивості особистості, інтерес зароджується й розвивається у процесі діяльності. І що різноманітніша навчальна діяльність учня, то вищим є його розвиток. Але не варто забувати й про такий простий метод, як пояснення.

Спеціально для «гуманітаріїв» недоцільно обходити складний зміст навчального матеріалу — його потрібно викладати образною, зрозумілою для таких учнів мовою, до певної міри спрощено, але це спрощення не мусить приводити до нехтування принципом науковості, до вульгаризації наукової інформації.

Вивчення астрономії з гуманітарних позицій має підпорядковуватися цілям розкриття змісту навчального матеріалу, розвитку мислення, пізнавальних здібностей і навичок, які будуть потрібні учням у повсякденному житті. Загалом таке навчання має бути

науковим (з культурною і світоглядною спрямованістю), доступним, наочним, активним і свідомим, систематичним і послідовним.

3.2.2. Диференціація у навчанні астрономії

Гуманістична парадигма освіти до головних завдань освітньої діяльності відносить становлення особистості, задоволення її освітніх потреб. Це передусім вимагає пошуків ефективних дидактичних засобів, які б забезпечили його виконання. Одним з головних таких засобів є диференційоване навчання⁸³.

Відмінності учнів у темпах опанування навчального матеріалу, в здібностях самостійно застосовувати засвоєні знання і вміння — це та об'єктивна педагогічна реальність, що також зумовлює потребу в диференційованому навчанні загалом і астрономії зокрема. Окрім того, ідея такого навчання відображає потребу підвищення ефективності навчального процесу, якості освіти. Як відомо, принцип диференційованого підходу до процесу викладання навчального предмета передбачає оптимальне пристосування змісту й методів навчання до індивідуальних здібностей кожного учня.

У педагогіці проблему диференційованого підходу до навчання учнів досліджують вже багато років. У методиці навчання астрономії їй також приділяли увагу (див., наприклад, Левитан Е. П. Дифференциация астрономического образования / Е. П. Левитан // Физика в школе. — 1991. — №1. — С. 31—33), хоча ця проблема ще далека від вирішення. Проте нові підходи до організації освіти, впровадження яких відбувається в наш час, вимагають значно більшої уваги до диференційованого навчання. Воно має бути однією з основ методичної системи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі. Ми поділяємо думку В.О. Орлова⁸⁴ про те, що диференціацію освіти можна здійснити шляхом створення методичної системи, заснованої на зовнішній і внутрішній диференціації навчання. Вона має надавати можливість учням навчатися

⁸³Унт І. Э. Индивидуализация и дифференциация обучения / И. Э. Унт. — М.: Педагогика, 2007. — 244 с.

⁸⁴Орлов В. А. Содержание физического образования в условиях профильного обучения в старшей школе // Институт общего среднего образования Российской академии образования [сайт]. — Текст. дані. — Режим доступу: <http://ioso.narod.ru/pedsovet2002/orlov.htm> (дата звернення: 31.01.2016). — Назва з екрана.

за індивідуальними освітніми траєкторіями, в основі яких — вимоги освітніх стандартів.

Диференційоване навчання неможливо впровадити без створення умов, які забезпечать його реалізацію. Ми не зупиняємо увагу на цих вимогах, бо їх широко розглянуто у педагогічній літературі (див., наприклад, Рожинова Л. Н. Актуальные проблемы дифференцированного обучения / Л. Н. Рожинова. — М. : Народное образование, 1992. — 167 с.).

Педагогічна практика оперує нині двома видами диференціації: рівневою та профільною. Суть рівневої диференціації полягає в тому, що у процесі навчання орієнтиром є мінімум змісту, який покладено в основу Державних стандартів у галузі освіти і який є обов'язковим для засвоєння кожним учнем. На його основі формують підвищені рівні оволодіння матеріалом.

Такий підхід дає змогу розглядати досягнення обов'язкових результатів навчання як об'єктивний критерій, з огляду на який можна змінювати ціль навчання кожного конкретного учня. Проте це вимагає перебудови навчальної діяльності учня, адже він, за умови успішного засвоєння матеріалу базового рівня, спрямовує зусилля на опанування знань на вищому рівні або ж продовжує працювати над формуванням найважливіших опорних знань і умінь. Отже, диференційоване навчання отримує міцний фундамент, набуває реальний, відчутний і для вчителя, і для учня сенс. Учитель отримує можливість одночасно працювати як із сильними учнями, так і з тими, які опановують матеріал на базовому рівні, не вдаючись до так званого розвантаження навчальної програми, зважаючи на слабких учнів.

Аналіз психолого-педагогічної літератури (див., наприклад, Монахов В. М. Проблема дифференциации обучения в средней школе: Методические рекомендации учителю о дифференцированном обучении как средстве индивидуализации развития личности школьника / Под ред. К. Н. Мешалкиной, В. А. Орлова. — М.: Педагогика, 2005. — 328 с.) дав нам змогу виділити чотири умови, виконання яких сприяє успішному й ефективному впровадженню рівневої диференціації під час навчання астрономії. Перша умова — учні мають знати про рівні засвоєння матеріалу і, головне, про обов'язкові результати навчання на кожному з них. Це пов'язано з тим, що успіх диференційованого підходу в навчанні

істотно залежить від пізнавальної активності учнів, від того, наскільки вони будуть зацікавлені у своїй діяльності. А для того щоб зважитись на таку діяльність, учні мають оцінити свої можливості з огляду на рівні навчального матеріалу.

Друга умова — певні «ножиці» між рівнем вимог та рівнем навчання. Важливо, щоб рівень, на якому викладають навчальний предмет, був вищим за обов'язковий рівень засвоєння матеріалу. Це дозволяє, з одного боку, викладати усім учням однаковий обсяг матеріалу, а з другого, — встановлювати різні рівні вимог до його засвоєння, здійснюючи в такий спосіб рівневу диференціацію.

Третя умова — додержання послідовності у просуванні учня за рівнями засвоєння навчального матеріалу. Учням, що не досягли рівня обов'язкової підготовки, не ставлять більш високих вимог. Водночас тим, хто виконав відповідні вимоги, доцільно пропонувати вищий рівень.

Четверта умова — добровільність у виборі навчального рівня. Кожен учень має право сам вирішувати, на якому рівні йому засвоювати матеріал. Такий підхід дозволяє формувати в учнів пізнавальну потребу, навички самооцінки, планування й регулювання своєї діяльності.

Педагогічна практика, що спирається на теоретичні уявлення про диференційований підхід до процесу викладання, вказує на послідовність дій вчителя під час організації різнорівневого навчання. Ми узагальнили таку послідовність і подаємо її у вигляді алгоритму на рис. 3.7 (див. с. 186).

Складові алгоритму зрозумілі й не потребують додаткового пояснення. Зміст контролю результатів навчальної діяльності має відповідати рівневі, на якому навчався учень, що вимагає розробки відповідних шкал оцінювання. Окрім цього, потрібно перевіряти досягнення всіма учнями обов'язкових результатів навчання.

Організувати рівневу диференціацію можна в різних формах, що залежать від індивідуальних підходів учителя до процесу викладання, від особливостей учнів тощо. Один із шляхів — формування мобільних груп. Їх створюють за результатами досягнення учнями рівня обов'язкової підготовки.

Іншу форму диференціації навчання — зовнішню — здійснюють у рамках селективної, профільної системи (профільний клас або

Розділ 3. Як навчати астрономії?



Рис. 3.5. Алгоритм дій вчителя з організації різнорівневого навчання

спеціалізований навчальний заклад). Таку профільну освіту нині впроваджують у старших класах української школи. Можлива ще одна форма зовнішньої диференціації — в рамках елективної системи (вибір рівня вивчення основних предметів, вибір певної кількості навчальних предметів з різного їх набору, що пропонує конкретна школа, вибір модулів, факультативних курсів, гуртків, практикумів тощо). Ця форма не знайшла належного місця в нашій середній освіті, але на неї варто звернути увагу хоча б з огляду на можливість розробки елективних навчальних програм.

Науковці, які досліджували питання диференціації освіти, вважають, що для одержання глибоких і міцних знань, а також допрофесійної та професійної підготовки, — краща, чіткіша в організаційному плані селективна, профільна форма зовнішньої диференціації. А для різнобічного розвитку особистості елективні форми зовнішньої диференціації освіти можуть дати відчутніші результати. Але за будь-яких умов і незалежно від вибору форм зовнішньої диференціації освіти, важливе значення мають усі

форми внутрішньої диференціації, що враховують індивідуальні особливості учнів⁸⁵.

Профільне навчання у старших класах загальноосвітньої школи покликане забезпечити: задоволення інтересів учнів і створення умов для оптимального розвитку їх здібностей; підвищення якості освіти на основі більш глибокої і спеціалізованої загальноосвітньої підготовки учнів у кількох освітніх галузях; встановлення рівного доступу до повноцінної освіти різним категоріям учнів відповідно до їх індивідуальних схильностей і потреб; наступність між загальною і професійною освітою⁸⁶.

Профільне навчання — це збільшення самостійної пізнавальної діяльності учнів, активні методи навчання, лекційні та семінарські заняття, практична діяльність у різних її формах. І все це має відбуватися з урахуванням вікових особливостей старшокласників.

Не варто розглядати профільне навчання як професійне, його головна мета полягає в іншому. Таке навчання, безумовно, має допомогти учневі визначитися зі своєю майбутньою професією, але його важливіше завдання полягає в тому, щоб сприяти формуванню в учня адекватного уявлення про його можливості. Тобто профільна освіта — це опанування глибших знань, порівнюючи з базовим рівнем, розвиток схильностей, вдосконалення отриманих раніше навичок, а отже, і формування ширшого спектру компетентностей.

Для процесу організації профільного навчання важливим є питання змісту навчального матеріалу курсу астрономії, обсяг якого визначає відповідна програма. На її рівні прирошення змісту профільного курсу астрономії, як порівняти з базовим рівнем, можна виконати декількома способами. Наприклад, скористатися тими, які пропонує І.М. Осмоловська⁸⁷:

- збільшення науковості (збагачення та уточнення понятійного апарату, посилення системності викладання матеріалу тощо);

⁸⁵Лошнова О. Б. Уровневая дифференциация обучения / О. Б. Лошнова. — М.: Педагогика, 1994. — 256 с.

⁸⁶Овчарук О. Профільне навчання в старшій школі / О. Овчарук // Стратегія реформування освіти в Україні: Рек. з освітн. політики. — К., 2003. — С. 57—81.

⁸⁷Осмоловская И. М. Организация дифференцированного обучения в современной общеобразовательной школе / И. М. Осмоловская. — М.: Институт прикладной психологии; Воронеж: НПО «МОДЕК», 1998. — 160 с.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

- розкриття методологічних, наукознавчих знань (розгляд напрямків розвитку наукового знання та наукових методів, проблем, що стоять перед науковцями в наші дні, висвітлення поглядів на розвиток науки);

- забезпечення змістом, спрямованим на професійну орієнтацію;
- включення у зміст навчального матеріалу завдань, що вимагають різнопланової дослідницької роботи учнів (експерименти, пояснення і прогнозування явищ, висунення гіпотез та їх перевірка тощо);

- виявлення аксіологічних аспектів профільних предметів.

Щодо питання змісту ми також поділяємо думку О.К. Корсакової, яка зауважує, що зміст профільного навчання має відрізнятися від змісту базових загальноосвітніх навчальних предметів не складністю, не додатковою кількістю фрагментів, а підходом до його добору й викладу. Він має враховувати особливості дітей, котрі навчаються на різних профілях⁸⁸.

Диференційоване навчання, що є основою індивідуально зорієнтованої освіти, дозволяє враховувати індивідуальні особливості учня, створює умови для розвитку його потенційних можливостей. Просунутися ще далі шляхом виявлення, реалізації та розвитку здібностей учнів можна за умови їх навчання за *індивідуальними траєкторіями*.

А.В. Хуторський вважає, що учень, який навчається за індивідуальною траєкторією, під час вивчення тієї чи іншої теми може вибрати різні підходи до навчання: образне чи логічне пізнання, поглиблене чи енциклопедичне вивчення, ознайомлювальне, вибіркове чи розширене засвоєння теми.

Проблему збереження логіки предмета, його структури, основ змісту, що є суттєвою в умовах навчання за індивідуальною траєкторією, можна вирішити шляхом фіксації обсягу фундаментальних освітніх об'єктів і пов'язаних з ними питань, які забезпечують досягнення учнями нормативного освітнього рівня. Щоправда, «принцип індивідуальної освітньої траєкторії неможливо реалізувати в рамках традиційних форм (класно-урочної системи).

⁸⁸Корсакова О. К. Актуалізація проблеми поглибленого вивчення профільних загальноосвітніх предметів / О. К. Корсакова // Вісник Житомирського державного університету. — 2008. — Випуск 39, Педагогічні науки. — С. 61—65.

Треба вивести за рамки цієї системи обдарованих учнів (розробити для них спеціальні програми, дати їм можливість створити власний продукт: навчальні ігри, тести, логічні схеми бази знань тощо)»⁸⁹.

Диференціація, профілізація, індивідуалізація процесу навчання астрономії є актуальною методичною проблемою, що вимагає ґрунтовних психолого-педагогічних досліджень. Маємо визнати, що нині в педагогічній практиці виникає багато ускладнень, пов'язаних з диференціацією та індивідуалізацією процесу навчання астрономії.

3.3. Інформаційно-комунікативні технології в навчанні астрономії

Нинішню шкільну освіту важко уявити за межами середовища, яке використовує інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ). Ідеться не стільки про використання комп'ютера в класному приміщенні, а радше про Інтернет та цифрові навчальні ресурси, які набули широкого поширення й стали доступними практично всім. Нині вже очевидно, що комп'ютер та ІКТ спроможні якісно змінити освітній процес і характер праці вчителя, перебудувати її зміст, режим, ритм, технологію й філософію в цілому.

Для методики навчання астрономії важливим є те, що застосування ІКТ допомагає в організації диференціації навчання, сприяє індивідуалізації навчального процесу та реалізації особистісно зорієнтованої астрономічної освіти, а також дозволяє подолати проблему навчальних астрономічних спостережень.

3.3.1. Особливості застосування інформаційно-комунікативних технологій у процесі навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

За останні кілька десятиліть світ перетворився в єдине інформаційне ціле, специфічна риса якого — необмежена простором і часом, соціальними та іншими бар'єрами доступність інформації.

⁸⁹Хуторской А. В. Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному? / А. В. Хуторской. — М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2005. — 383 с.

Завдяки розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, для освіти фактично створено нову об'єктивну педагогічну реальність (від поглибленої предметної підготовки учнів до створення єдиного освітнього простору в межах держави й навіть світу). Її суть полягає в тому, що інформація, основа змісту освіти, може бути опрацьована й подана в різних формах, а це дозволяє будувати якісніший освітній процес. Інший прояв цієї реальності — великий обсяг інформації, що стала доступною вчителю й учням. Отже, «нові, нетрадиційні форми інформаційної технології навчання, проникаючи на урок, не лише впливають на усталені уявлення методиста і вчителя, але і змінюють їхню психологію, свідомість і фактично сприяють створенню нової педагогіки»⁹⁰.

Інформаційне суспільство ставить перед школою двоєдине завдання: використати можливості оперативного доступу до інформації, її методичної обробки для навчальних цілей та сформувати в сучасного учня інформаційну компетентність. Важливо, що інформаційна освіченість, яку потрібно розуміти як оволодіння методологічним інструментом для отримання, сприйняття і критичного аналізу інформації, нині є одним із засобів соціалізації учнів (на це звертає увагу А.В. Хуторський, див. посилання 32 на с. 80). Саме тому формувати зміст та організовувати процес навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі потрібно, зважаючи на це завдання.

Психолого-педагогічні дослідження (Б.С. Гершунський, В.В. Рубцов, О.М. Тихомиров та ін.) показали, що з допомогою ІКТ можна впливати на формування теоретичного, творчого й рефлексивного мислення учнів. Водночас комп'ютерна візуалізація навчальної інформації істотно впливає на формування образного мислення. А образність уявлень про ті чи інші явища і процеси у пам'яті учня збагачує сприйняття навчального матеріалу, сприяє його науковому розумінню.

До основних переваг застосування ІКТ у навчанні відносять: розширення можливостей подачі навчальної інформації; посилення

⁹⁰Монахов В. М. Информационная технология обучения с точки зрения методических задач реформы школы [Електронний ресурс] // Вопросы психологии: журнал: [сайт]. — Текст. дані. — М.: ООО «Вопросы психологии», 2001—2013. — Режим доступу: http://www.voppsy.ru/issues/1988/882/882027.htm#_ftn1 (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

мотивації навчання; активне залучення учнів у навчальний процес; збільшення можливостей застосування навчальних завдань; якісна зміна контролю результатів діяльності учнів; розвиток рефлексії.

Окрім цього, ІКТ відкрили нові можливості для самостійної пізнавальної діяльності учня. Ми поділяємо думку про те, що самостійна пізнавальна діяльність учнів в умовах застосування ІКТ може проявлятися у двох аспектах: «1) у привласненні учнями готових знань, готових зразків, правильних, точних і економних розумових і практичних дій для того, щоб на основі їх долучатися до вирішення творчих завдань, 2) у створенні чогось свого, індивідуального, того, що у навчанні виражається в самостійному вирішенні учнем теоретичних і практичних завдань»⁹¹.

Коротко розглянемо функції ІКТ, які прямо чи непрямо можна задіяти у навчальному процесі:

1. Доступ до інформаційних ресурсів з астрономії (бази даних, бібліотеки зображень небесних об'єктів, різні комп'ютерні програми навчального призначення тощо). Уже нині можливості тут дуже великі й повсякчас вони зростають. Перед методистом чи вчителем постає проблема не як знайти, наприклад, ілюстративний матеріал для уроку, а в тому, як дібрати найкращий і головно як його ефективно використати у навчальному процесі.

2. Виготовлення електронних навчальних ресурсів чи їх окремих елементів із застосуванням інформації, взятої з мережі Інтернет. Це те, що нині активно використовують вчителі для створення електронних презентацій.

3. Спільна навчальна діяльність учнів та вчителя, яка сьогодні зводиться головно до роботи в комп'ютерному класі. Функції ІКТ тут значно ширші, наприклад можливість організовувати відкрите навчання астрономії.

4. Проектування й управління навчальним процесом. Тут можливості такі, що кардинально можуть змінити підходи до навчального процесу як такого: від його проектування до форм проведення. Тепер значно простіше, зокрема, реалізувати ідею індивідуальної траєкторії навчання тих учнів, які цікавляться астрономією, чи здійснювати оперативний контроль (самоконтроль) результатів навчальної діяльності та їх корекцію.

⁹¹Пидкасистый П. И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении / П. И. Пидкасистый. — М.: Педагогика, 1980. — 240 с.

5. Виконання віддалених астрономічних спостережень з використанням професійного обладнання, наданого провідними науковими організаціями світу чи спеціалізованими навчальними центрами, що забезпечують доступ до інтернет-телескопів. Ця функція важлива для навчання астрономії на профільному рівні.

6. Організація й виконання індивідуальних та колективних навчальних проєктів (презентації, огляди джерел інформації, робота з базами даних тощо), конкурсів та олімпіад незалежно від місця проживання учнів.

7. Формування й підвищення інформаційної культури учнів, розвиток умінь оцінити ефективність і надійність інформації, отриманої з різних джерел.

Використовувати інформаційно-комунікаційні технології у навчальному процесі можна лише за умови, що до цього готовий учитель, який не лише оволодів знаннями й уміннями в галузі інформаційних технологій (має сформовану інформаційну компетентність), але й методично грамотний у питанні їх застосування на конкретному уроці в конкретному класі⁹².

В умовах широкого використання ІКТ у навчальному процесі все більшого значення набуває консультативна функція вчителя. Він має допомагати учням здійснювати пізнавальну діяльність за допомогою комп'ютера, здобувати нові знання, набувати новий досвід. Учитель — помічник учня в інформаційному просторі, який через діалог на принципах поваги, співпраці, співтворчості навчає ефективно використовувати інформаційні ресурси для його освіти⁹³.

Важливі узагальнення практичного досвіду розробки і впровадження прийомів та методів використання ІКТ в освіті зроблено на підставі аналізу робіт, надісланих на Фестиваль⁹⁴ ідей та інновацій

⁹²Носкова М. В. Проблема мотивації педагогів до використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі / М. В. Носкова // Комп'ютер у школі та сім'ї. — 2009. — №1. — С. 6—10.

⁹³Румянцев А. Ю. Обогащение школьного астрономического образования основами методики работы с информацией / А. Ю. Румянцев, Т. А. Серветник // Наука и школа. — 2005. — № 6. — С. 48—50.

⁹⁴Системный анализ материалов, представленных на Фестиваль идей и инноваций в области образования [Электронный ресурс] // Вопросы интернет-образования: [сайт] / Федерация Интернет-Образования. — Текст. і граф. дані. — М., 2001—2007. — Режим доступу: http://vio.uchim.info/Vio_55/cd_site/articles/art_1_6.htm (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

в галузі освіти. Окремі з них знайшли підтвердження за результатами конкурсу навчальних матеріалів, який було проведено в Україні в рамках відзначення Міжнародного року астрономії⁹⁵.

Подані як на Фестиваль, так і на конкурс роботи свідчать, що впровадження ІКТ у процес навчання астрономії головню відбувається шляхом поширення відомих форм і методів на все більшу кількість уроків. Однак принципово нових форм і нових методів навчання, заснованих на ІКТ, виявлено не було.

Переважно презентаційний стиль використання ІКТ під час проведення уроків вже чітко позначив себе у школах. Зростання кількості презентацій загрожує перекосом у бік екранних форм викладання астрономії. Практика показує, що до споглядання красивих картинок на моніторі учні швидко звикають, а тому інтерес до навчання у них знову падає⁹⁶.

Можливості вдосконалення педагогічного процесу на основі використання ІКТ значно ширші. Вкажемо на основні з них. По-перше, — докорінна зміна інформаційного забезпечення усього освітнього простору, в якому відбувається процес навчання астрономії. Якщо раніше основним джерелом інформації була книга, то нині їй на зміну приходять цифрові освітні ресурси (ЦОР). Але це не має бути сканований паперовий підручник чи статичний pdf-файл, створений з верстки підручника. Основні вимоги до сучасних цифрових освітніх ресурсів такі: а) інтерактивність, мультимедійна насиченість; б) диференціація та індивідуалізація навчання; в) підвищення інтересу та мотивації до навчання; г) відкритість і дистанційний доступ.

По-друге, ІКТ змінюють як навчальну діяльність учня, так і професійну вчителя. У процесі навчання більша його частина припадає на самостійну пізнавальну та практичну діяльність учнів чи їх колективну роботу. За таких умов учень — активний учасник

⁹⁵Всеукраїнський астрономічний педагогічний фестиваль [Електронний ресурс] // Астроосвіта : [сайт]. — Текст. і граф. дані. — К., 2009. — Режим доступу : http://www.astroosvita.kiev.ua/proekty/astrofestyval/astro_F3.html (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

⁹⁶Оспенникова Е. В. Обновление системы учебных объектов среды обучения в условиях информатизации образования и проблема организации познавательной деятельности школьников в новой информационной среде / Е. В. Оспенникова, А. В. Худякова // Вестник ПГПУ «ИКТ в образовании». — Пермь, 2005. — Вып. № 1. — С. 50—67.

проектування своєї індивідуальної траєкторії освоєння курсу астрономії. А вчитель — це фахівець, який планує, організовує й координує процес формування компетентностей учня.

Із сказаного вище випливає висновок: інформаційно-пояснювальні способи навчання з використанням ІКТ (комп'ютерні презентації) мають поступитися діяльнісним і практичним методам навчання, основа яких — самонавчання учня, залучення його до самостійної пізнавальної діяльності через виконання досліджень, створення проєктів з допомогою ІКТ.

Практика викладання курсу астрономії із застосуванням ІКТ⁹⁷ вказує на те, що для формування й розвитку пізнавальної самостійності учня потрібно, щоб для нього цікавим був не лише об'єкт пізнання, але й щоб процес опанування знань про цей об'єкт став захопливим і особистісно-значимим. Цього можна досягти за умови використання ЦОР, створеного методично грамотно і якісно під оглядом подачі інформації. Ми не розглядаємо питання технології планування та розробки електронних навчальних матеріалів, бо воно широко висвітлене в педагогічній літературі (див., наприклад, Келлих Т. Г. Использование ИТ на уроках астрономии как средство повышения качества образования школьников [Електронний ресурс] // Центр дистанционного обучения: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — СПб., 2006—2011. — Режим доступу: <http://ciospbappo.narod.ru/metod/astronomy225.htm> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана), але звертаємо увагу на цей важливий аспект роботи вчителя.

Загальна інформатизація освіти, впровадження ІКТ у навчальний процес, вимагають перегляду вимог до конструювання уроків з позиції впливу на них сучасних інформаційних технологій (ІТ).

Тематичне планування уроків з використанням ІКТ вимагає точного опису всіх необхідних навчальних матеріалів і технічного обладнання, що буде використане на уроці. Від цього сильно

⁹⁷Влияние информационных технологий при изучении астрономии на развитие познавательной самостоятельности учащихся [Електронний ресурс] // XIV Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании» (ИТО—2004). Секция: 2. ИКТ в учебном процессе. Тез. доп.: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — М., 2004. — Режим доступу: <http://ito.edu.ru/2004/Moscow/П/1/П-1-4142.html> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

залежить ефективність уроку. До особливостей тематичного та поурочного планування й підготовки до уроків з використанням сучасних засобів ІКТ ми відносимо, зокрема, ясне методичне розуміння вчителем усіх аспектів тих фрагментів уроку, в яких він передбачає використовувати комп'ютерні засоби навчання та інформаційні технології. Також мають бути чітко сплановані види діяльності як учителя, так і учнів на такому уроці. Для цієї мети можна рекомендувати розробку технологічної карти уроку з використанням сучасних інформаційних технологій⁹⁸.

В умовах застосування ІКТ виникає завдання змінювати методи навчання. Тепер їх вибір зумовлений потребою забезпечення розвитку й саморозвитку учня, формування в умовах інформаційного середовища його предметних компетентностей. Рекомендуємо використовувати методи навчання, що стимулюють активність учнів — дискусії, диспути, проекти тощо.

Треба мати на увазі, що сучасні ІКТ породжують нові форми навчання, наприклад: відеоуроки чи відеоекскурсії на основі інтернет- або CD-технологій; навчальні астрономічні спостереження в режимі реального часу з віддаленим доступом до телескопів; віртуальні (модельні) спостереження з використанням спеціальних програмних продуктів та інтернет-технологій. Форми застосування ІКТ на уроці астрономії в узагальненому вигляді показано на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Форми застосування ІКТ на уроці астрономії

⁹⁸Закирова Ф. М. Конструирование урока в среде современных информационных технологий [Електронний ресурс] // Электронный научный журнал «Вестник Омского государственного педагогического университета», Выпуск 2007: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — Омськ, 2007. — Режим доступу: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-205.pdf> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

Таким чином, проектування й конструювання уроку астрономії із застосуванням ІКТ передбачає цілеспрямоване поєднання педагогічних ситуацій, створених з огляду на зміст навчання, технічного оснащення приміщення класу та доступного програмного забезпечення сучасних ІТ. Все це вимагає від учителя й учнів організації інформаційного середовища навчання. Кожен урок для такого середовища вчитель конструює з урахуванням як загальних, так й індивідуальних особливостей учнів, зважаючи на умови навчального закладу, в якому буде відбуватися процес навчання⁹⁹.

Інформаційно-комунікаційні технології, створивши фактично нову освітню реальність, породили й проблеми, про які має знати вчитель і які мусить обходити в своїй педагогічній діяльності. Учні, отримавши завдяки комп'ютеру доступ до мережі Інтернет, мають можливість знайти інформацію з будь-якого навчального питання. Простий шлях отримання інформації призводить до того, що інтерес до пошуку самостійної відповіді на питання, які цікавлять учня, суттєво спадає. Він зазвичай бере вже готову, викладену в мережі відповідь. Ідеться про те, що учні все менше аналізують інформацію з різних джерел, менше самостійно, шляхом розмірковувань, здобувають потрібну їм відповідь. Учні стають все більш і більш ерудованими, але все менш і менш тямовитими, зазначає М. Громико¹⁰⁰. Дослідники фіксують наявність в багатьох учнів конфлікту між знанням та інформацією. Ті з них, які звикли до фрагментарного, порційного режиму роботи з інформацією, погано вміють мислити самостійно, концентрувати думки, у них ослаблена здатність уяви, рефлексії, розуміння (зокрема розуміння вчителя й інших учнів) тощо. Зважаючи на це, вчитель має домагатися від учня не бездумного переказу інформації, взятої з Інтернету, а її аналізу, синтезу з кількох джерел, оцінки результату такого аналізу тощо. Зрештою учень має висловити особисте ставлення до результатів власного мислення, оцінити їх.

Загалом застосування ІКТ у курсі астрономії має допомагати учневі формувати предметні й метапредметні компетентності.

⁹⁹Крячко І. Нове в астрономії: книга для вчителя та учня / Іван Крячко. — К.: Шк. світ, 2013. — 104 с. — (Бібліотека «Шкільного світу»).

¹⁰⁰Громыко Н. Интернет, постмодернизм и современное образование [Електронний ресурс] // «Методология в России»: [сайт] / Кентавр. Сетевой журнал. — Текст. і граф. дані. — М., 1998—2016. — Режим доступу: <http://www.circleplus.ru/archive/n/27/027NGR1> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

3.3.2. Педагогічний програмний засіб «Бібліотека електронних наочностей. Астрономія 11» і Віртуальна астрономічна навчальна обсерваторія для навчання астрономії

Усі без винятку методики навчання астрономії вказують на велику роль у процесі її вивчення наочності. Один з найдавніших навчальних предметів першим, мабуть, використав наочність, наприклад глобус небесної сфери. Зрозуміло, виготовлення наочних посібників залежало від технічних можливостей відповідної епохи. Згадаймо армілярну сферу — стародавній астрономічний прилад, який згодом стали використовувати лише як наочний посібник під час вивчення астрономії. Чи, наприклад, навчальні кінофільми або ж діапозитиви, які були поширені у ХХ ст.

Звертаємо увагу на той факт, що уявити процес навчання астрономії без застосування наочності практично неможливо хоча б тому, що сама небесна сфера, власне, є такою наочністю. А статус «спостережної науки» свідчить: астрономічні об'єкти здавна не лише описували словами, але й робили їх замальовки, а після появи фотографії стали фотографувати. Такі зображення перетворювали в наочність для використання у процесі викладання астрономії. Не маючи змоги продемонструвати на уроці астрономічний об'єкт, відтворити небесне явище, використовували зображення, що показували об'єкт чи основні моменти небесного явища. Окрім цього, використовували моделі, наприклад телурій (модель руху Землі навколо Сонця і власної осі) та ін.

Сучасні ІКТ кардинально розширили можливості в реалізації принципу наочності, значно полегшили створення у практичній педагогічній діяльності різноманітних наочних засобів навчання — від простих статичних зображень до тривимірної динамічної комп'ютерної графіки. Це, звісно, великий позитив, але відносно простий шлях створення наочності з допомогою комп'ютера, можливість застосовувати проекційну техніку викликали надмірне захоплення формою подачі матеріалу на шкоду змісту й цілям навчання.

Зручність і простота створення наочних матеріалів на основі ІКТ на перше око відкриває майже необмежені можливості для вчителя астрономії. Тим паче, що різноманітних астрономічних

зображень у мережі Інтернет дуже багато. І якщо ще зовсім недавно з наочними матеріалами для курсу астрономії було дуже скрутно, то нині вчитель самостійно може виготовити наочність, яка потрібна йому для проведення уроку. Однак це не означає, що виготовлення наочності є легкою справою. Має рацію М.П. Концевой, говорячи про те, що наочний матеріал — це не просто деяка інформація в чуттєвій формі подання, а інформаційна модель певного педагогічного досвіду, яка має відповідати вимогам естетики, ергономіки, дизайну тощо¹⁰¹. Він мусить бути на рівні методичних досягнень свого часу як у плані структури, так і змісту й форм його подачі. Тому насправді створення наочності не варто зводити до суто механічного набору зображень чи монтажу динамічних відеороликів, навіть з вражаючими уяву ефектами. Не стільки ефект (хоча й ця складова наочності потрібна в розумних межах), а ефективність в умовах розгляду конкретного питання на уроці астрономії — ось головна функція будь-якої наочності.

У педагогічній практиці як наочність нині дедалі більше використовують різні комп'ютерні моделі реальних об'єктів чи явищ природи. Є досвід розробки таких моделей і для курсу астрономії (див., наприклад, Гомулина Н. Н. Технология создания и внедрения комплекса программно-педагогических и учебно-методических телекоммуникационных средств по астрономии [Электронный ресурс] // Материалы XI международной конференции-выставки ИТО-2001: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — М., 2001. — Режим доступу: <http://www.ito.su/2001/ito/III/1/III-1-37.html> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана). Ми разом із ЗАТ «Транспортні системи» у 2007 р. розробили педагогічний програмний засіб «Астрономія, 11 кл.», для якого за нашим сценарієм виготовлено динамічні моделі астрономічних явищ (наприклад модель місячних і сонячних затемнень). Розробка й виготовлення моделей не проста й недешева справа, тому в процесі викладання астрономії часто використовують моделі, створені для наукових цілей¹⁰².

¹⁰¹Концевой М. П. «Парадоксы» дидактической наглядности [Электронный ресурс] // Education+: «Человек. Культура. Общество» (Открытый педагогический журнал): [сайт]. — Текст. і граф. дані. — М., 1999—2015. — Режим доступу: <http://www.biblio.narod.ru/gyrnal/statyi/paradoks-metod-nag.htm> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

¹⁰²Емец Н. П. Интерактивные и анимационные модели в обучении астрономии / Н. П. Емец // Астрономия и астрофизика начала XXI века: Материалы Международной научной конференции. — М.: Изд-во МГУ, 2008. — С. 14.

Потреба створювати моделі небесних об'єктів та астрономічних явищ виникла тому, що майже всі небесні тіла недоступні для прямого вивчення. Комп'ютер в астрономії став своєрідною «машиною часу»: він допомагає заглянути в такі далекі епохи, в які ніколи не вдасться потрапити. Ідеться про моделювання процесів, що відбувалися, відбуваються чи відбудуться у Всесвіті, наприклад зародження найперших зір.

Ми не розглядаємо питання методики навчання учнів умінню працювати з комп'ютерними моделями, бо воно докладно висвітлене у педагогічній літературі (див., наприклад, Гомулина Н. Н. Электронный образовательный ресурс «Планетарий» [Електронний ресурс] // Астронет: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — М., 2010. — Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1238032> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана). Натомість звертаємо увагу на встановлений факт — висококваліфіковані педагоги неохоче використовують для ілюстрації своїх уроків продукцію інших авторів через її неповну відповідність їх власним оригінальним ідеям викладання¹⁰³. Погоджуючись з цим, розуміємо причину, з якої вчителі часто відмовляються використовувати великі за обсягом і цілісні за структурою наочні посібники. Наш досвід розробки й використання наочності для курсу астрономії переконливо свідчить — доцільно створювати електронні конструктори (набори різної астрономічної наочності), які б дозволяли вчителю порівняно легко реалізовувати свої власні педагогічні ідеї та підходи до викладання астрономії.

Саме за таким принципом в лабораторії математичної і фізичної освіти Інституту педагогіки АПН України за участі ЗАТ «Квазар-Мікро» розроблено педагогічний програмний засіб (ППЗ) «Бібліотека електронних наочностей. Астрономія. 11 клас» (рис. 3.6 на с. 200). Це перший в Україні ППЗ (надалі — бібліотека електронних наочностей з астрономії), розрахований на використання у процесі навчання астрономії в загальноосвітніх навчальних закладах. Його мета — допомогти вчителю візуалізувати різні астрономічні об'єкти і процеси, суттєво, як порівняти з підручником, підвищити рівень наочності під час проведення уроку. З допомогою цього посібника також можна виконувати контроль знань учнів.

¹⁰³Бобович А. В. Использование компьютерных технологий в интересах образования — нерешенная проблема 2000-х / А. В. Бобович, В. М. Космачев, А. С. Чирцов // Компьютерные учебные программы и инновации. — 2001. — № 1. — С. 33—51.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

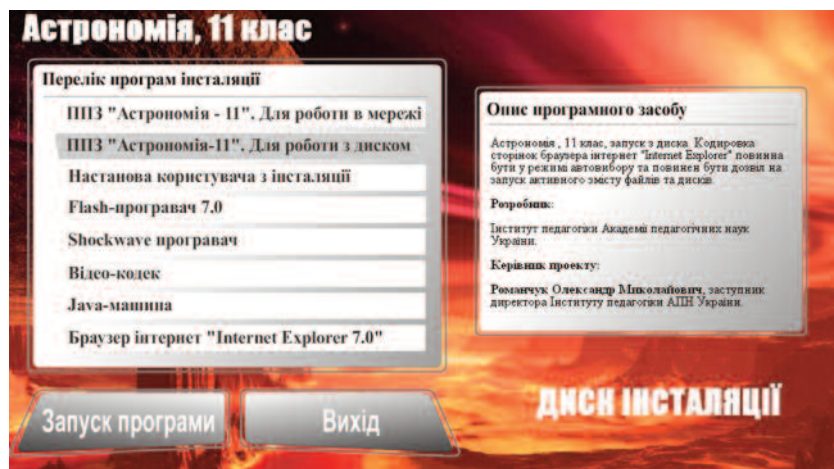


Рис. 3.6. Вікно установки на комп'ютер педагогічного програмного засобу «Бібліотека електронних наочностей. Астрономія. 11 клас»

Бібліотека містить такі інформаційні об'єкти астрономічного змісту: а) відеофрагменти та анімацію; б) фотографії; в) малюнки; г) текстові фрагменти; д) таблиці. Її розробники¹⁰⁴ орієнтувалися на чинну тоді навчальну програму з астрономії¹⁰⁵. Це визначило тематику й перелік навчального матеріалу, який було вміщено у бібліотеку (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Тематика й перелік навчального матеріалу бібліотеки електронних наочностей з астрономії

№ п/п	Назва модулів і підмодулів
1.	Вступ. Предмет астрономії. Її розвиток і значення в житті суспільства
1.0.	Галерея наочностей
1.1.	Об'єкти дослідження в астрономії
1.2.	Розвиток астрономії та її значення в житті суспільства

¹⁰⁴Педагогічний програмний засіб «Бібліотека електронних наочностей. Астрономія 11». Версія 1.0 / О. І. Бугайов, М. В. Головка, В. С. Коваль, І. П. Крячко. — К.: Квазар-Мікро, 2007.

¹⁰⁵Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7—11 класи, Астрономія 11 клас / Програми підготували: Астрономія. 11 клас: І. Климишин (для загальноосвітніх навчальних закладів); А. Казанцев (для шкіл (класів) з поглибленим вивченням фізики). — К.: Шкільний світ, 2001. — 136 с.

Таблиця 3.6 (продовження)

№ п/п	Назва модулів і підмодулів
2. Небесна сфера. Рух світил на небесній сфері	
2.0.	Галерея наочностей
2.1.	Небесна сфера. Добовий рух світил. Зоряні величини
2.1.1.	Сузір'я. Вигляд зоряного неба в різні пори року
2.1.2.	Небесні координати. Визначення небесних координат
2.1.3.	Зоряна карта. Добовий рух Сонця. Екліптика
2.1.4.	Видимий рух і фази Місяця. Сонячні та місячні затемнення
2.1.5.	Видимі рухи планет. Закони Кеплера
2.2.	Календарі
2.3.	Запитання для самоперевірки
3. Методи та засоби астрономічних досліджень	
3.0.	Галерея наочностей
3.1.	Методи астрономічних досліджень
3.2.	Телескопи та радіотелескопи
3.3.	Приймачі випромінювання
3.4.	Космічні дослідні апарати
3.5.	Запитання для самоперевірки
4. Наша планетна система	
4.0.	Галерея наочностей
4.1.	Земля і Місяць
4.2.	Планети земної групи
4.3.	Планети-гіганти та їх супутники
4.4.	Малі тіла в Сонячній системі
4.5.	Формування планетної системи
4.6.	Запитання для самоперевірки
5. Сонце — найближча зоря	
5.0.	Галерея наочностей
5.1.	Будова Сонця. Джерела його енергії
5.2.	Сонячна активність та її вплив на Землю
5.2.1.	Сонячні плями та протуберанці
5.2.2.	Спалахи
5.2.3.	Вплив сонячної активності на Землю
5.3.	Запитання для самоперевірки
6. Зорі. Еволюція зір	
6.0.	Галерея наочностей
6.1.	Звичайні зорі
6.2.	Подвійні зорі
6.3.	Фізичні змінні зорі
6.4.	Еволюція зір. Нейтронні зорі. Чорні діри
6.5.	Запитання для самоперевірки

Таблиця 3.6 (закінчення)

№ п/п	Назва модулів і підмодулів
7. Наша галактика	
7.0.	Галерея наочностей
7.1.	Молочний Шлях
7.2.	Зоряні скупчення та асоціації
7.3.	Туманності
7.4.	Підсистеми Галактики та її спіральна структура
7.5.	Запитання для самоперевірки
8. Будова і еволюція Всесвіту	
8.0.	Галерея наочностей
8.1.	Галактики і квазари
8.2.	Походження і розвиток Всесвіту
8.3.	Запитання для самоперевірки
9. Життя у Всесвіті	
9.0.	Галерея наочностей
9.1.	Земля — колыска життя
9.2.	Людина у Всесвіті
9.3.	Запитання для самоперевірки
10. Найвидатніші астрономи	
	Додатки
	Словник термінів і понять (Глосарій)

Зазначений перелік не потребує особливих пояснень, окрім хіба що пункту, який є першим у кожному розділі і який має назву «Галерея наочностей» (рис. 3.7 на с. 203).

У цьому пункті подано інформацію і показано зменшені копії статичних зображень, вміщених у той чи інший розділ бібліотеки, а також зазначено, де поміщено динамічні моделі. На наш погляд, «Галерея зображень» дозволяє користувачу легко зорієнтуватися у змісті бібліотеки, оперативно знаходити потрібне зображення.

Особливість бібліотеки полягає в тому, що в ній подано систему контролю знань учнів — запитання для самоперевірки, сформульовані для чотирьох рівнів складності з урахуванням критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів з фізики та астрономії. Більшість запитань відповідають змісту «Збірника різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з астрономії»¹⁰⁶. Відповіді на запитання вміщено у трьох варіантах, один з яких є правильним. У разі потреби учень має можливість звернутися до підказки.

¹⁰⁶Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з астрономії / А. М. Казанцев, І. П. Крячко. — Кам'янець-Подільський : Абетка-НОВА, 2002. — 32

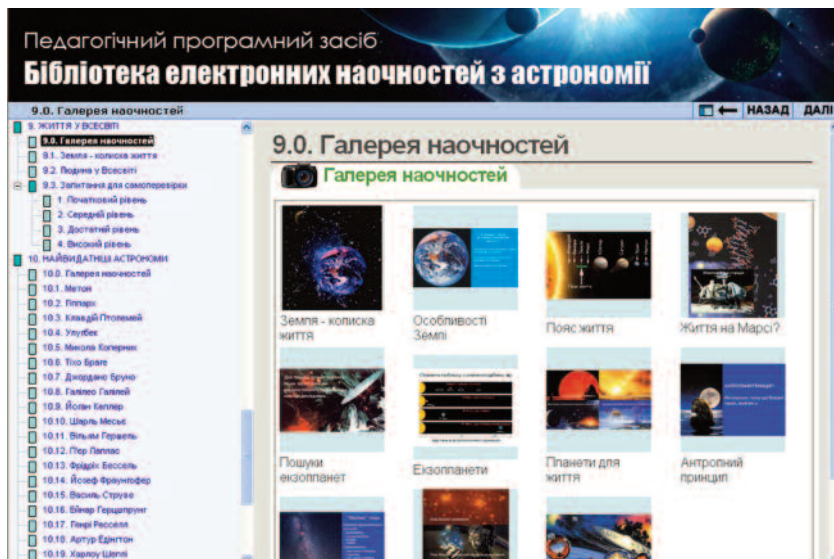


Рис. 3.7. Приклад «Галереї наочностей»

До бібліотеки вміщено також розділ «Найвидатніші астрономи», хоча, як відомо, його немає у навчальній програмі з астрономії. Водночас в ній є питання про історію астрономії. Зважаючи на це, ми вирішили подати в бібліотеці короткі біографії найвідоміших астрономів. Завершують бібліотеку «Додатки» та «Словник термінів і понять (Глосарій)».

Про можливості застосування бібліотеки. Астрономія, як відомо, — наука спостережна. Тому таке велике значення в астрономічній освіті приділено виконанню спостережень. Проте об'єктивні обставини надають мало можливостей організувати і виконати навчальні астрономічні спостереження. Вважаємо, що один із шляхів подолання цієї проблеми — це використання динамічних моделей та статичних зображень, які вміщено, зокрема, і в нашій бібліотеці.

Розгляньмо як приклад використання бібліотеки електронних наочностей з астрономії для візуалізації одного з астрономічних явищ. Розділ «Небесна сфера. Рух світил на небесній сфері» бібліотеки містить динамічну модель «Сонячне затемнення 1999 року» (п. 2.1.4). Це фрагмент (рис. 3.8 на с. 204) відеозапису затемнення Сонця, що дозволяє прослідкувати за його перебігом,

Розділ 3. Як навчати астрономії?

побачити часткові фази та сонячну корону. Водночас комп'ютер дає можливість керувати динамікою моделі: зупиняти перебіг розвитку явища в цікавому місці, прискорювати його хід тощо.

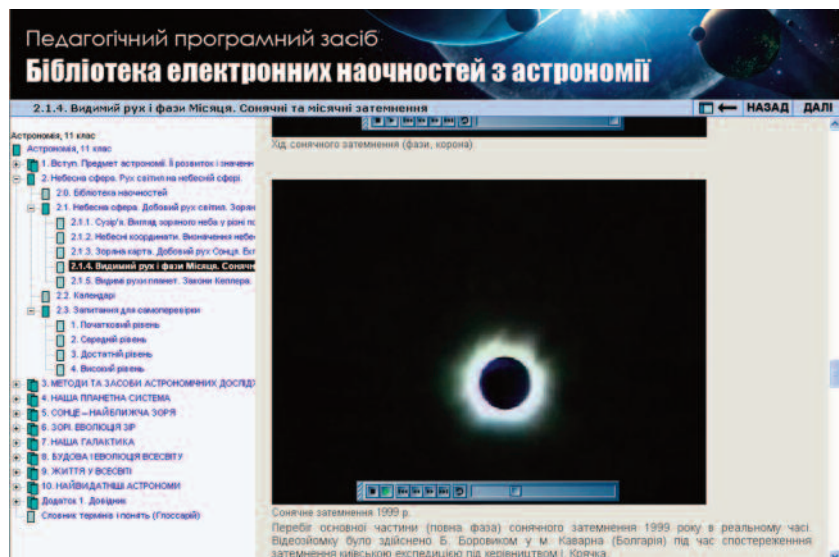


Рис. 3.8. Динамічна модель «Сонячне затемнення 1999 року»

На схожому з бібліотекою електронних наочностей з астрономії принципі нами засновано Віртуальну астрономічну навчальну обсерваторію (ВАНО). Ідеться про те, що в мережі Інтернет створено сховище цифрових наочностей з астрономії (головно відеофільми, відеофрагменти та фотографії). Доступ до цього сховища є вільним, а тому будь-який вчитель астрономії має змогу брати з нього наочність, потрібну йому для проведення того чи іншого уроку. Зокрема, ВАНО містить короткі відеофільми, що показують вигляд зоряного неба в усі пори року на широті Києва. Тут також вміщено фотографії диска Сонця, потрібні для виконання практичної роботи з визначення чисел Вольфа.

Призначення ВАНО, окрім зберігання статичної та динамічної наочності з астрономії, полягає також у тому, щоб надати доступ до астрономічних спостережень та виконання практичних робіт у віддаленому режимі. Нині інформаційні технології дозволяють здійснювати астрономічні спостереження віртуально і дистанційно, тобто тоді, коли учень не має доступу до реального телескопа,

але може в інтерактивному режимі в операційному середовищі комп'ютера налаштувати за допомогою спеціальної програми (наприклад Stellarium) зображення зоряного неба та встановити його вигляд на певну дату з попередньо обраного пункту спостережень. Такі спостереження ми називаємо віртуальними, або модельованими, й рекомендуємо їх тим, хто вивчає астрономію на базовому рівні. Окрім цього, маючи доступ до телескопа-робота, можна виконувати справжні астрономічні спостереження. Їх рекомендуємо тим, хто вивчає астрономію на профільному рівні.

Найвідоміші серед телескопів-роботів, що використовують для навчання астрономії, є два телескопи Фолкеса (<http://www.faulkes-telescope.com>). Завдяки ним учні Великої Британії мають змогу під керівництвом учителів обирати цікаві для них космічні об'єкти, наводити на них той чи інший телескоп і, якщо погода дозволяє, спостерігати зображення цих об'єктів на моніторах шкільних комп'ютерів.

Для цілей астрономічної освіти підійде, наприклад, роботизований телескоп Бредфорда, встановлений на горі Теїде (о. Тенеріфе, Канарські острови, Іспанія). З ним можна працювати через спеціальний веб-сайт (<http://www.telescope.org/index.php>). Є також й інші телескопи з віддаленим доступом, які доцільно використовувати для навчання астрономії.

Отже, нині фактично вже склалося інформаційне середовище, що дозволяє виконувати спостереження та практичні роботи з астрономії, не маючи прямого доступу до телескопа чи об'єкта дослідження. Це відкриває широкі перспективи тим, хто викладає курс астрономії в загальноосвітніх навчальних закладах.

3.3.3. Інтернет-підтримка навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі

Цифрові приймачі випромінювання в астрономії й цифрові носії інформації загалом та комп'ютерна техніка відкрили принципово нові можливості для фіксації даних, їх обробки і зберігання. Виникли цифрові архіви астрономічних даних, що уможливило їх надійне зберігання й дозволило швидко поширювати астрономічну інформацію, відкрити до неї широкий доступ (див. посилання 99 на с. 196).

У цифровому форматі нині виходять у світ наукові публікації (статті, тези конференцій, монографії), навчальні й науково-популярні матеріали тощо. Усе це разом — величезний науковий загальносвітовий астрономічний ресурс, який також доцільно використовувати для освітніх цілей. Ідеться про використання астрономічної інформації для створення, зокрема, навчальних елементів, а отже, й організації навчального процесу, результатом якого має стати набуття молодим поколінням астрономічних знань.

Є принаймні три причини, що спонукають використання астрономічних інформаційних ресурсів у процесі навчання астрономії в загальноосвітній школі. По-перше, це потреба забезпечити принцип наочності — без демонстрації, наприклад, зображень небесних тіл годі уявити заняття, на якому відбувається ознайомлення з ними. По-друге, астрономічна інформація розміщена в певних сховищах, як приклад — спеціалізовані сайти чи бази даних, з якими сьогодні вже має вміти працювати вчитель і вміню працювати з якими варто навчати учнів, адже ми ратуємо за розвиток освіти, орієнтованої на потреби кожної окремої особи. За такого підходу кожен має оволодіти хоча б найпростішими навичками роботи з науковою інформацією (знаходити, оцінювати, добирати тощо). По-третє, астрономічна інформація нині змінюється дуже швидко, так швидко, що, наприклад, паперові підручники не «встигають» за цими змінами. Але вчитель, готуючи конкретне заняття, має взяти до уваги важливу астрономічну новину. Він, як ми вважаємо, не має права під час уроку нехтувати цікавою поточною астрономічною новиною, з якою його учні ознайомлені завдяки засобам масової інформації. Навпаки, використання таких інформаційних можливостей у навчальному процесі є методично доцільним і правильним.

Зважаючи на сказане, доходимо висновку, що нині процес навчання астрономії має включати таку складову, як пошук астрономічної інформації, і забезпечувати умови, за яких кожен учень зможе перетворити її у власні знання. Уміння знаходити і збирати інформацію в Інтернеті, перевіряти її достовірність — перший крок до самостійної роботи з інформаційними джерелами, до продукування інформації, важливої для того, хто її потребує. Тому важливою складовою уроку має стати цілеспрямоване опанування

учнями навичок роботи з додатковою інформацією, її пошук і оцінка відповідності навчальній цілі. Констатуємо загальноновизнаний факт: поняття «інформаційні процеси» є фундаментальним у сучасній картині світу. Воно відображає феномен реальності, важливість якого в еволюції біологічних, соціальних і технічних процесів сьогодні не викликає сумніву¹⁰⁷.

Наукові інформаційні ресурси стали доступними в школі після того, як мережа Інтернет набула масового поширення. Щоправда, суттєвим є те, що, з одного боку, інформаційні масиви мають величезні обсяги, а тому для пошуку конкретної інформації потрібен певний досвід, а з другого боку, вони хоч і зосереджені в багатьох сховищах, проте доступ до них часто відкритий.

Завдяки цифровому інформаційному середовищу, учитель отримав нові можливості для планування і проведення процесу навчання. Але залучення такого середовища до навчального процесу вимагає зміни організації та методів навчання і загалом суттєво змінює роботу вчителя. Не всі до цього готові, бо йдеться про зміни в усталеному, чітко регламентованому, звичному процесі, яким є процес навчання. Нові можливості приваблюють вчителя, але є й те, що його стримує, — ще багато незрозумілого містить віртуальне середовище для сучасного педагога¹⁰⁸.

Водночас учні все менше й менше звертаються за інформацією до її друкованих носіїв (книг і журналів), а намагаються отримати її в Інтернеті з допомогою комп'ютера чи інших засобів доступу до мережі. Це нова об'єктивна реальність, на яку треба зважати як під час організації освітнього середовища, так і у процесі навчання. Використання можливостей мережі Інтернет на уроці астрономії має стати звичним методом організації активної і змістовної роботи учнів під час заняття.

Завдання науки — пізнавати людину, довкілля, Всесвіт загалом. Саме тому наука потребує все нових і нових даних про об'єкти

¹⁰⁷Малицька І. Д. Історико-педагогічні передумови розвитку освітніх мереж у контексті створення інформаційного середовища (досвід країн Європи) [Електронний ресурс] / Інформаційні технології і засоби навчання: [сайт] // Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. — Текст. і граф. дані. — К., 2006—2016. — Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/288/274> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

¹⁰⁸Калмыков Д. А. Опыт организации виртуальных образовательных сред / Д. А. Калмыков, Л. А. Хачатуров // Школьные технологии. — 2000. — № 2. — С. 207—214.

дослідження, здобуває такі дані, переробляє в наукову інформацію, з якої виділяють наукове знання. Інша справа в освіті. Її завдання, якщо говорити дуже спрощено, — передати знання від однієї людини до іншої, від покоління до покоління. Отже, в освіті, зокрема в середній, мають справу з науковою інформацією та знаннями. Більше навіть зі знаннями, які, зауважимо важливу особливість, в освіті відіграють роль навчальної інформації. Цей, здавалося б, логічний парадокс пояснити просто — для цілей освіти добирають визнані результати наукової діяльності, в яких не сумнівається переважна більшість науковців і які перевірені практикою в прямому розумінні цього слова — використані в технологіях, а там, де це неможливо, як в астрономії, підтверджені спостереженнями. Ці наукові знання для учня є інформацією, бо набуття знань — процес суб'єктивний. Кожен для себе має здобути їх сам, осмислюючи навчальну інформацію, застосовуючи її у практичній діяльності — навіть у такій, як розв'язування задач.

Окрім наукового знання, в освіті використовують і наукову інформацію. Зокрема, загальна (шкільна) астрономічна освіта сприймає наукову інформацію у вигляді новин. Не минає й дня, щоб телебачення, радіо, преса та Інтернет не сповіщали якусь новину, пов'язану з астрономією. Підвищення чи зниження сонячної активності, проліт поблизу Землі чергового астероїда, початок нової космічної місії чи результат астрономічних спостережень — все це є темою новин.

Учитель астрономії не може нехтувати астрономічними новинами, а надто резонансними, що вже відомі учням. Інакше навчальний процес буде штучним, явно відірваним від життя і навіть більше — від поступу науки. Тому ми радимо активно вміщати астрономічні новини у тло заняття. Адже за повідомленнями новин зазвичай «стоїть» певний науковий результат, іноді дуже важливий не лише для подальшого розвитку науки, але й для освіти.

Буває так, що важлива наукова інформація відносно швидко переростає у знання або так суттєво доповнює наші попередні, не зовсім чіткі, уявлення про довкілля, що після цього ми утверджуємося в якомусь одному їх варіанті. Особливо це притаманно сучасній астрономії, яка досить часто здобуває такі результати. Як

приклад — відкриття 1998 р. прискореного розширення Всесвіту зі спостережень (Нобелівська премія з фізики 2011 р.), що вирішило питання сценарію розвитку Всесвіту (відкритий) в майбутньому.

Проте з певних причин, і найперша з них — нечасте оновлення паперових підручників, така інформація не потрапляє до них вчасно. На наш погляд — це реальна методична проблема: сучасна освіта запізнюється із залученням наукового знання до навчального процесу. Один із можливих варіантів її вирішення — розробка підручника з астрономії на засадах відкритої інформаційної системи, створення й залучення в освіту навчальних інформаційних ресурсів, а отже, за умови методичного обґрунтування широке застосування у процесі навчання астрономії інформаційно-комунікаційних технологій.

Правильно зауважують, що знання не бувають зайвими, а от інформація може бути надмірною, а то й зайвою чи навіть шкідливою¹⁰⁹. Попри це ми говоримо про інформатизацію освіти, про застосування в шкільних класах ІКТ. Чи немає в цьому суперечності? Як на нашу думку — немає.

Серед завдань сучасної освіти — розвиток навичок та освоєння нових засобів комунікації: робота зі сховищами інформації, базами даних, обмін результатами такої роботи тощо. Звісно, нові цілі й завдання треба закріпити через новий зміст освіти, відобразити в характері й процесі навчання, діяльності й діях учнів.

Усе це має бути спрямоване на те, щоб освічений член інформаційного суспільства міг працювати з інформацією (знав її джерела, використовував їх, умів оцінювати достовірність отриманої інформації, її практичну користь для вирішення конкретних завдань).

Застосовувати ІКТ в освіті мусимо не тому, що на це є чиясь вказівка, це «модно» чи «престижно». Причина в іншому, й вона значно суттєвіша. Комп'ютерний інформаційний обмін — принципово новий тип соціальної комунікації. Він увібрав у себе всі її попередні форми й об'єднав в одну глобальну технологічну систему — Інтернет. Виникло принципово нове інформаційне середовище, що надає специфічні можливості для обробки й передавання інформації. Ця нова реальність із сильними віртуальними

¹⁰⁹Петров М. А. К вопросу о соотношении понятий «информация» и «знание» // М. А. Петров // Вестник КрасГУ. Гуманитарные науки. — 2002. — № 2. — С. 13—16.

ознаками відтворює раніше освоєні людством способи обробки і споживання інформації та продукує нові форми, властиві тільки їй. Часто особливості віртуального інформаційного середовища унікальні. Мультимедіа, інтерактив, моделінг визначають явну ефективність його застосування в будь-якій сфері людської діяльності, зокрема в освіті¹¹⁰.

Щоб організувати ефективний процес навчання астрономії, змістовно й цікаво провести урок, потрібно, крім астрономічних новин, мати методичні настанови (рекомендації, зразки) щодо викладу навчального матеріалу, а також ілюстративний матеріал, наочність¹¹¹. На наш погляд, варто зосередити увагу на пошуку: а) астрономічних новин — якісних, перевірених і зрозумілих текстів; б) ілюстрацій — зображень космічних об'єктів, телескопів і приладів; в) методичних рекомендацій щодо викладання курсу астрономії, використання технічних засобів навчання, електронних підручників тощо.

В Інтернеті є кілька великих вказівників астрономічних ресурсів, корисних не лише для астрономів-фахівців, але й для викладачів, учителів, студентів та учнів¹¹². Один з таких — AstroWeb: Astronomy on the Internet (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/astroWeb/astroweb.html>), який підтримує The Astro-Web Consortium. Він містить понад 3000 посилань (станом на липень 2010 р., коли його оновлення було припинено) на різного роду ресурси, розподілені за видами (астрономічні організації, обсерваторії й телескопи тощо). AstroWeb має систему пошуку включених до нього ресурсів. Великий алфавітний анотований список джерел астрономічної інформації подано на сторінці Астрономічних ресурсів усесвітньої мережі Інтернет (Astronomical World Wide Web Resources, <http://simbad3.u-strasbg.fr/astroweb/net-www.html>). Цей ресурс також підтримує The AstroWeb Consortium.

¹¹⁰Оспенникова Е. В. Е-Дидактика мультимедиа: проблемы и направления исследования / Е. В. Оспенникова // Информационные компьютерные технологии в образовании. Вестник ПГПУ. — 2005. — Вып. 1. — С. 16—30.

¹¹¹Крячко І. П. Інтернет-підтримка вивчення шкільного курсу астрономії / І. П. Крячко // Фізика в школах України. — 2008. — № 15—16 (115—116).

¹¹²Самодуров В. А. Путеводитель астронома по InterNet [Електронний ресурс] // АКЦ ПРАО: [сайт] / Пушчинская радиоастрономическая обсерватория. — Текст. і граф. дані. — Пушціно, 2005—2008. — Режим доступу: <http://astro.prao.ru/links/catalogs.html> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

Багато посилань на різні астрономічні ресурси зазвичай вміщують сайти університетських астрономічних обсерваторій. Як приклад — сторінка «Astronomical Links» (<http://www.ucolick.org/public/links.html>), що належить обсерваторіям університету Каліфорнії (The University of California Observatories) і яка містить посилання за розділами: обсерваторії, організації та інститути, публікації, каталоги й огляди неба, фотоархіви, місцеві групи аматорів астрономії, Сонячна система й екзопланети, космічні дослідження та ін.

Вказівки на різні астрономічні ресурси також вміщено на сайтах українських астрономічних установ. На сторінці «Корисні посилання» сайту кафедри астрономії та фізики космосу Київського національного університету імені Тараса Шевченка, наприклад, вміщено посилання на астрономічні заклади світу, навчальні астрономічні заклади світу, астрономічні організації світу, бази даних, ефемериди, журнали, літературу, космічні проекти.

Для астрономічної освіти цікавими є ресурси, що дозволяють візуалізувати астрономічну інформацію, розміщену в Інтернеті. До таких, зокрема, належать візуалізатори каталожних даних. Їх користь не викликає сумніву, адже «краще один раз побачити...». Наприклад, візуалізатор оцифрованого Паломарського атласу, пошукова форма якого міститься за адресою http://stdatu.stsci.edu/cgi-bin/dss_form, чи Слоунівського цифрового огляду неба (<http://www.sdss.org>).

Важливим ресурсом щодо пошуку візуальної астрономічної інформації є сайт NASA, на якому містяться дані різних космічних місій (http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/HNP_heasarc_info.html). З головної сторінки цього сайту, до речі, можна перейти на архівні ресурси NASA.

У сімействі візуалізаторів астрономічної інформації є й такі, що формують зображення неба, використовуючи для цього кілька каталогів або оглядів неба. До таких належить ресурс SkyView, «Віртуальна обсерваторія в Інтернеті» (<http://skyview.gsfc.nasa.gov/skyview.html>).

Цікавим для астрономічної освіти є візуалізатор астрономічної інформації Google Sky, створений фірмою Google на основі зображень небесних об'єктів, наданих Європейською південною обсерваторією та NASA. Щоб вивести на екран монітора зображення потрібного об'єкта, слід у вікні пошуку вказати його назву. Результат пошуку об'єкта NGC 224 показаний на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Зображення галактики NGC 224 в Google Sky

Загалом, для оперативної демонстрації астрономічних об'єктів (наприклад під час проведення уроку з відповідної теми) Google Sky можна використати з великим успіхом.

Компанія Microsoft 2008 р. відкрила Інтернет-проект World Wide Telescope, скорочено WWT (<http://www.world-widetelescope.org/Home.aspx>). «Глобальний телескоп» — це атлас зоряного неба, побудований зі знімків, отриманих у Паломарській обсерваторії, космічними телескопами імені Габбла, «Спітцер», «Чандра», а також за даними з огляду неба в діапазоні 2 мкм.

Інтерфейс WWT, як порівняти з Google Sky, дещо складніший. Можливо, це зумовлено тим, що WWT відображає рухи Місяця і планет на небесній сфері, вміщує екскурсії (тури) зоряним небом й дещо інше. З його допомогою можна здійснювати пошук небесних об'єктів за каталогами NGC, Мессьє та ін.

Не варто забувати і про електронні планетарії — візуалізатори зоряного неба, які можуть допомогти у навчанні астрономії. З їх допомогою вдається подолати важливу проблему методики навчання астрономії — організувати практичне вивчення зоряного неба (його вигляд у різні пори року чи окремі сузір'я). В Інтернеті можна знайти кілька десятків таких продуктів як платних, так і безкоштовних. Про один із них, Stellarium, йшлося у п. 3.1.3. Звертаємо увагу також на «Зоряні мапи» (Cartes du Ciel), бо, завдяки праці Олега Малого, цей електронний планетарій має український інтерфейс і дуже зручний для підготовки карт зоряного неба (<http://www.ap-i.net/skychart/uk/start>).

Далі розглянемо використання баз даних і спеціалізованих астрономічних сайтів для підготовки й виконання практичних робіт з курсу астрономії. Хоча 17-годинна та 34-годинна навчальні програми курсу астрономії в загальноосвітніх навчальних закладах містять малу кількість практичних робіт, однак обійти ці «обмеження» можна, якщо скористатися таким методичним прийомом — виконувати локальні практичні роботи, виходячи з цілей і завдань окремо взятого уроку. Якщо раніше підготувати й виконати такі роботи було складно — не вистачало дидактичного матеріалу, не було наочності, технічних засобів, то нині вчитель має Інтернет як джерело дидактичного матеріалу та наочності, а також мультимедійні засоби навчання (проектори, інтерактивні дошки) й монітори комп'ютерів.

Як приклад локальної практичної роботи розглянемо використання інформації з баз даних цифрових астрономічних каталогів. Одну з цих робіт можна виконувати на уроці з теми «Основи практичної астрономії», а другу — на уроці з теми «Методи й засоби астрономічних досліджень». Перша практична робота дає змогу продемонструвати пошук об'єкта в астрономічному каталозі, а друга — підтвердити відомий висновок, що астрономія є всеохоплюючою наукою.

Для виконання першої роботи скористаймося цифровим каталогом NGC/IC (<http://www.ngcicproject.org>). Відкриємо стартову сторінку (на рис. 3.10 показано ліворуч) і виберемо посилання NGC/IC Images and Data (вказано стрілкою 1), натискаємо на нього — відкривається вікно, показане на рис. 3.10 праворуч. У цьому вікні вибираємо посилання, позначене стрілкою 2.

Далі переходимо до вікна, показаного на рис. 3.11 (див. с. 214) праворуч, і знаходимо зображення (стрілка 1), позначене NGC 224. Натискаємо на кнопку з позначкою NGC 224 — відкривається вікно, показане частково на рис. 3.11 ліворуч (стрілка 2).

Виконавши ці операції, ми знайшли в каталозі NGC/IC об'єкт за номером 224 — відому галактику в сузір'ї Андромеди, її зображення й низку параметрів.

Другу практичну роботу виконаємо за допомогою бази даних позагалактичних об'єктів (<http://ned.ipac.caltech.edu>). Її стартове вікно показане на рис. 3.12 (див. с. 215).

Розділ 3. Як навчати астрономії?

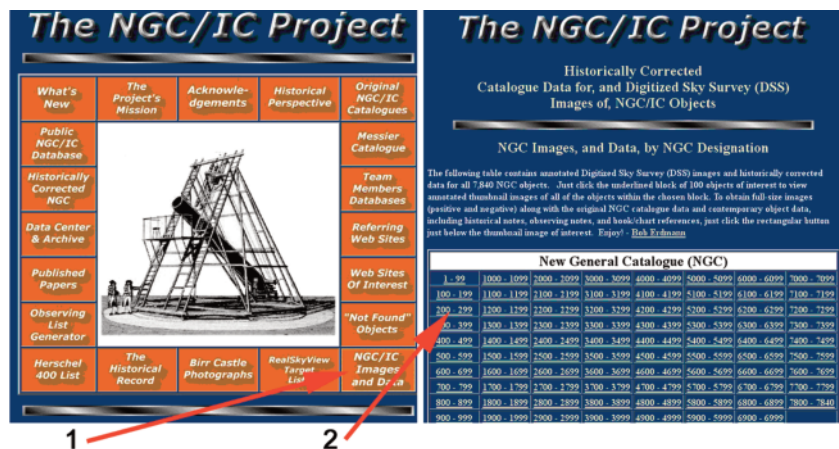


Рис. 3.10. Стартова сторінка цифрового каталогу NGC/IC та перелік об'єктів, які він охоплює

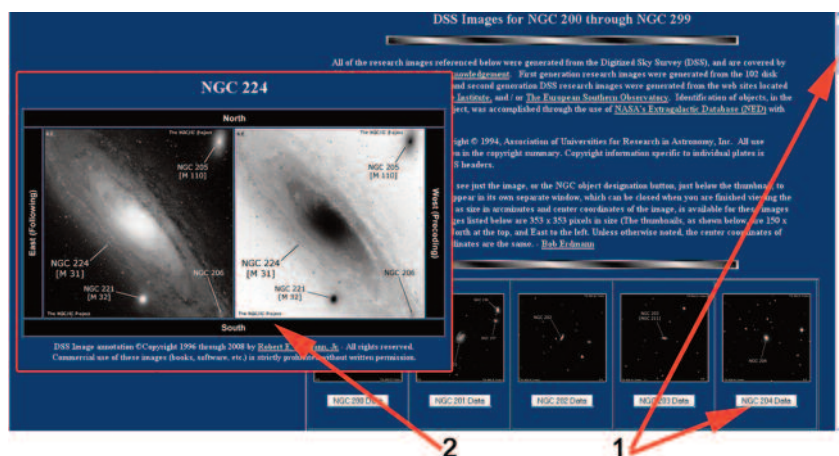


Рис. 3.11. Вікно зображень об'єктів каталогу NGC/IC та вікно (врізка) з інформацією про об'єкт NGC 224

Вибираємо в лівому стовпці (OBJECTS) посилання By Name (за назвою) і переходимо до вікна, що показане на рис. 3.13.

Указуємо у вікні Object Name назву об'єкта (ми записали NGC 224) й натискаємо на кнопку «Submit Query». Відкривається вікно, частина якого показана на рис. 3.14, де є низка зображень (у вигляді Preview) галактики в сузір'ї Андромеди (стовпець ліворуч), а також інша інформація, зокрема й електромагнітний діапазон, у якому було отримано те чи інше зображення.

I. Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі



Рис. 3.12. Стартова сторінка бази даних позагалактичних об'єктів NED

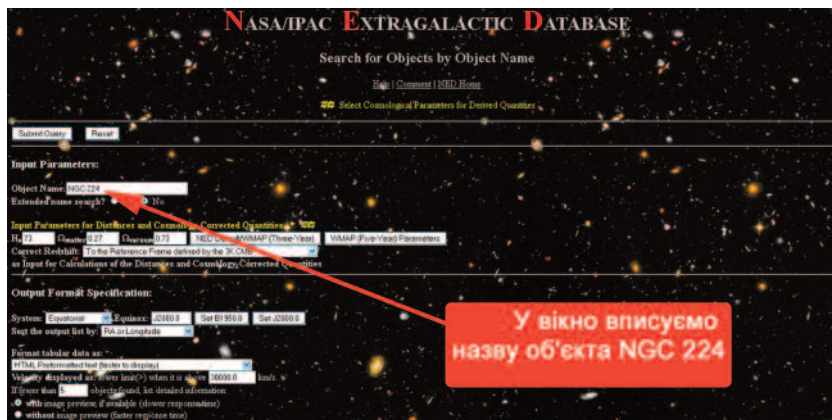


Рис. 3.13. Вікно пошуку об'єктів за їхньою назвою та іншими параметрами в базі NED

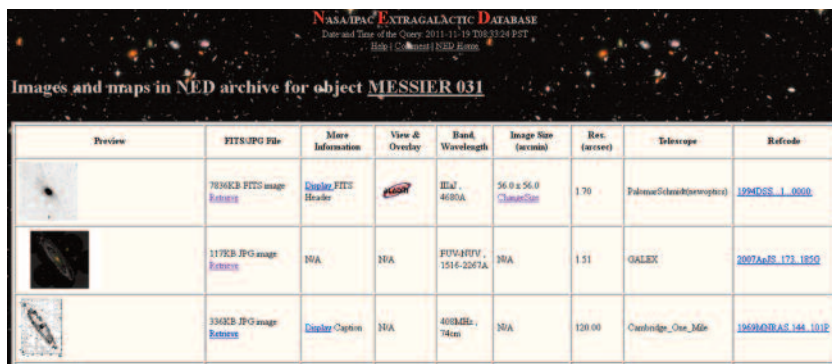


Рис. 3.14. Вікно з результатами пошуку об'єкта за його назвою в базі NED

Ми навели приклади простих практичних робіт, які можна виконувати на уроці астрономії. За умови відкритого доступу до мережі Інтернет їх доцільно виконувати в реальному режимі перебігу уроку — це додасть учням відчуття справжньої роботи. Звісно, вчитель до початку заняття має бути готовим до її виконання як під оглядом методики, так і технічних засобів.

Ще оперативніше, ніж просту практичну роботу, у тло уроку можна включити астрономічну інформацію, яку отримують у режимі моніторингу. Наприклад, про появу поблизу Землі астероїдів можна дізнатися із сайту ([http:// neo.jpl.nasa.gov](http://neo.jpl.nasa.gov)) програми моніторингу навколоземних об'єктів (Near Earth Object Program). А на сайті Центру навколоземного простору (Space Environment Center, SEC, <http://www.swpc.noaa.gov>) вміщено прогноз космічної погоди. Зазначений центр постачає дані про сонячні й геофізичні явища, виконує дослідження з сонячно-земної фізики та розробляє способи прогнозу сонячних та геофізичних збурень. Зображення Сонця, а також відеоролики можна переглянути на сайті (<http://sdo.gsfc.nasa.gov>) космічної «Обсерваторії сонячної динаміки» (Solar Dynamics Observatory, SDO).

Розгляньмо приклад складнішої практичної роботи з використанням цифрових джерел астрономічної інформації. Ідеться про визначення чисел Вольфа зі знімків Сонця. Нагадаємо, такими числами оцінюють активність Сонця. Число Вольфа визначають формулою $W = 10g + f$, де f — кількість усіх плям, g — кількість груп плям (за самостійну групу при цьому вважають також кожну окрему пляму або пору).

Для виконання цієї роботи нам потрібні знімки Сонця, зроблені в певному проміжку часу. Такі зображення є на сайті космічної сонячної й геліосферної обсерваторії SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) (http://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data_query). На рис. 3.15 показано стартове вікно сторінки [data/archive](http://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data_query).

На цій сторінці треба виконати певні налаштування. У вікні Image Type встановіть розділ MDI Continuum (стрілка 1), опцію Display — у положення Images (стрілка 2), в опції Resolution (стрілка 3) встановіть значення 1024, а у вікні Start and End Dates (стрілка 4) вкажіть рік, місяць і дату початку та кінця пошуку зображень Сонця (ми встановили період з 01 до 30 січня 2011 р.). Після чого тиснемо на кнопку Search, — на моніторі комп'ютера

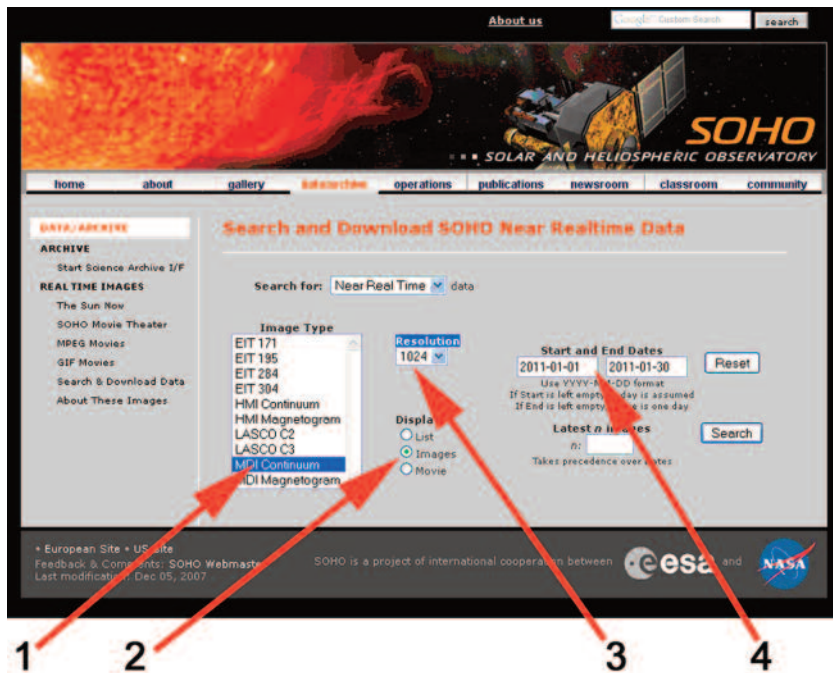


Рис. 3.15. Стартове вікно сторінки data/archive сайту SOHO

з'являються зображення Сонця, зроблені обсерваторією SOHO щодня в період, який ви вказали. Залишається лише зберегти ці зображення в комп'ютері для дальшої роботи з визначення чисел Вольфа.

Практика свідчить — для такої роботи краще дібрати зображення Сонця заздалегідь, хоча перший етап роботи доцільно показати учням у класі, а добір знімків доручити виконати самостійно, наприклад удома. Виникає можливість різним учням взяти зображення за різні періоди календарного року, а отже, визначити числа Вольфа на відносно великому проміжку часу — це дозволить побачити зміни сонячної активності. Другий варіант — запропонувати кільком учням узяти зображення за якийсь один період часу, що дозволить порівняти результати визначення чисел Вольфа.

Загалом можемо зробити висновок — усевітня мережа Інтернет відкриває доволі широкий доступ до інформації всім, хто в ній зацікавлений.

Розділ 3. Як навчати астрономії?

Водночас можна погодитися з думкою¹¹³, що обсяг інформації в Інтернеті вже тепер дуже великий і, зрозуміло, зростатиме далі, а тому потрібні спеціальні навички як у пошуку вартого уваги матеріалу, так і в застосуванні знайденої інформації для потреб астрономічної науки й освіти.

¹¹³Богданов М. Б. Использование ресурсов сети Интернет при изучении астрономии [Електронний ресурс] // HERITAGE — Астрономическое Наследие : [сайт]. — Текст. і граф. дані. — М., 2000—2009. — Режим доступу : <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Bogdanov/index.html> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

3.4. Висновки з розділу 3

- Ефективну систему навчання неможливо побудувати без залучення учня до осмислення і сприйняття ним цілей навчання, бо вчиться він головно для себе, для задоволення певних власних потреб. Діагностичний спосіб постановки цілей можна отримати за умови їх формулювання через результати навчання, виражені в діях учнів, причому таких, які можна надійно ідентифікувати.

- Аналіз теоретичних уявлень про урок як форму навчального процесу, а також практичний досвід свідчать, що уроки астрономії своїми типами, структурою та іншими характеристиками мало відрізняються від уроків з інших навчальних предметів природничого циклу. Водночас запропонована нами модель уроку (її опис є в цьому посібнику — *Авт.*) дає змогу побудувати алгоритм педагогічних дій учителя, який він може застосувати для конструювання окремо взятих уроків астрономії.

- Для процесу навчання астрономії навчальні астрономічні спостереження є вкрай важливими. Учитель має пропонувати своїм учням, незалежно від місця проживання, спостерігати справжнє небо. Якщо це зробити важко, то доцільно скористатися можливостями електронного планетарію. Якщо обирати між тим, чи відмовитись від демонстрації учням у процесі навчання астрономії вигляду зоряного неба, чи влаштувати його віртуальну демонстрацію, ми радимо обрати другий варіант.

- Розв'язування задач — невід'ємна складова процесу навчання астрономії. Адже навчання, як діяльність учня, годі уявити без цього. Вирішення завдань і розв'язування задач має неодмінно бути способом систематизації та контролю й перевірки знань.

- Методи оцінювання можуть бути різними, їх вибирають з огляду на цілі й заплановані результати навчання. Головні вимоги до методу оцінювання — це адекватність результатам навчальної діяльності учня, що підлягають оцінці, надійність і чутливість для забезпечення об'єктивності й справедливості виставлення індивідуальних оцінок.

- Опановуючи основи астрономії, учні долучаються до таких компонентів культури, як наука, наукове знання, мислення, діяльність та ін. Цей соціокультурний матеріал є для них духовним надбанням, важливим елементом їх власної культури. Гуманізацію та гуманітаризацію навчального процесу можна здійснити шляхом посилення практичного і прикладного аспектів у викладанні астрономії.

- Диференціація, профілізація, індивідуалізація процесу навчання астрономії — актуальна методична проблема. Нині у педагогічній практиці поширені два види диференціації: рівнева та профільна. Просунутися ще далі шляхом виявлення, реалізації та розвитку здібностей учнів можна за умови їх навчання за індивідуальними траєкторіями.

- Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні астрономії дає змогу навчати диференційовано, активно використовувати різні форми групової та індивідуальної діяльності учнів і, як наслідок, суттєво вдосконалити навчальний процес. Водночас застосування ІКТ вимагає зміни методів і форм навчальної діяльності.

Загальний висновок

1. Актуальність нової методичної системи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі зумовлена як суттєвими змінами в підходах до освіти загалом, так і в навчанні астрономії зокрема, що відбулися наприкінці XX — на початку XXI ст. Аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної літератури та дисертаційних досліджень, присвячених методичним системам навчання астрономії, дозволив з'ясувати, що вони не враховували важливі для нинішньої освіти ідеї особистісно зорієнтованого, диференційованого та цілеспрямованого навчання астрономії.

2. Уперше у вітчизняній дидактиці обґрунтовано концептуальні основи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі — її загальнокультурний контекст, цілі та завдання вивчення, методологію добору змісту.

3. Потреба нової методики навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі пов'язана також з новим розумінням місця і ролі навчального предмета в процесі освіти учня. Нині навчання астрономії розглядаємо не як самоціль, а як засіб розвитку особистості, її здібностей, творчого потенціалу. Виходячи з такого розуміння навчального предмета, його дидактичне подання вимагає пошуку нових чи внесення принципових змін у старі підходи до організації процесу навчання. З огляду на це, визначено дидактичні функції та взаємозв'язок складових методичної системи навчання астрономії.

4. Особистісно зорієнтований підхід вимагає розробки дидактичної моделі навчального предмета, яка дозволить у процесі навчання задіяти мотиваційну сферу кожного учня, врахувати його

вроджені задатки, схильність до вивчення предмета, спонукати учня до самоосвіти тощо. З огляду саме на такі підходи до розуміння навчального предмета побудовано модель методичної системи навчання астрономії у старшій школі.

5. Упровадження у старшій загальноосвітній школі профільного навчання потребує розробки як мінімум двох рівнів курсу астрономії — базового і профільного. Зрозуміло, що як цілями навчання, так і змістом це мають бути відмінні курси. У зв'язку з цим виникає низка суто дидактичних проблем, наприклад проблема визначення змісту навчального предмета для цих освітніх рівнів. Потрібно визначити методи навчання та вказати на їх специфіку в разі застосування у процесі вивчення курсу астрономії на базовому чи профільному рівнях. Ці питання знайшли обґрунтування на рівні дидактичних умов реалізації навчання астрономії у профільній школі.

6. Нові ціннісно-цільові орієнтири загальної освіти, об'єктивні потреби упровадження технологічних елементів у процес особистісно зорієнтованого навчання вимагають нових підходів до формування й добору змісту шкільної астрономічної освіти. Зважаючи на ці проблеми, визначено напрями оновлення традиційного ядра змісту курсу астрономії на підставі ідеї про його інваріанти, й на цій основі здійснено добір інваріантного змісту навчального матеріалу з астрономії для старшої загальноосвітньої школи. Спираючись на це, розроблено навчальні програми з курсу астрономії рівня стандарту й профільного рівня.

7. Нині важко заперечувати думку про те, що курс астрономії у старшій загальноосвітній школі має бути не стільки зменшеною копією відповідної йому науки, а радше її загальнокультурним представленням. Його головне завдання — формування особистості учня, розвиток його творчих здібностей. Таке розуміння суті навчального предмета дозволило визначити особливості його гуманізації та гуманітаризації (окрім суто наукового змісту, шкільний курс астрономії потрібно розглядати в межах загальнокультурного та історичного аспектів розвитку астрономічної науки та освіти). Визначено також особливості диференціації в процесі навчання астрономії — рівнева, профільна чи вивчення за індивідуальною траєкторією.

8. Сучасне інформаційне суспільство ставить перед школою двоєдине завдання: використати наявні можливості оперативного доступу до інформації, її методичної обробки для навчальних цілей та сформувати в учня інформаційну компетентність. Аналіз практики викладання курсу астрономії із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) вказує на те, що для формування й розвитку пізнавальної самостійності учня потрібно, щоб для нього цікавим був не лише об'єкт пізнання, але й щоб сам процес опанування знання про цей об'єкт став захопливим і особистісно-значимим. Суть особливостей застосування ІКТ у процесі навчання астрономії у профільній школі полягає в тому, що їх потрібно використовувати в діяльнісних і практичних методах навчання, основа яких — самонавчання учня, включення його в самостійну пізнавальну діяльність через виконання досліджень, створення проектів за допомогою ІКТ.

Додатки

1. Видатні світочі людства про астрономію

Сучасна молодь не схильна дослухатися до слів, сказаних колись, а тим паче дуже давно, — вона живе «сьогоднішнім днем». Кумирами для багатьох молодих людей є не видатні попередники, а сумнівної слави сучасні «зірки». Проте буде не зайвим при нагоді навести учням емоційно піднесені й глибокі змістом слова, сказані відомими людьми з різних сфер діяльності про зоряне небо і астрономію — науку, яка його вивчає. Нижче наводимо в хронологічному порядку кілька цитат.

«Якби зоряне небо можна було спостерігати лише з якогось одного місця на Землі, то в це місце сходились би й сходились люди, щоб побачити це неймовірне диво».

Луцій Анней Сенека (4 до н. е. — 65)

«Оскільки мета шляхетних наук — відволікати людину від вад і спрямовувати її розум до кращого, то найбільше тут може зробити астрономія внаслідок неймовірно великої насолоди, яку вона надає розуму».

Микола Коперник (1473 — 1543)

«Дві речі наповняють душу завжди новим та сильнішим подивом і благоговінням, чим частіше і довше ми розмірковуємо про них, — це зоряне небо наді мною і моральний закон в мені.

Мені не випадає шукати і уявляти їх як щось обкутане темрявою або таким, що лежить за межами мого кругозору. Зоряне

небо починається з того місця, яке я займаю у зовнішньому світі, що сприймається мною через відчуття. Воно зв'язує мене через неозорі відстані із світами і системами світів у безмежному часі їхнього періодичного обертання, їхнього початку і тривалості.

Моральний закон в мені починається з мого невидимого Я, з моєї особистості. Він подає мене у світі, що воістину безмежний, але невидимий і сприймається тільки розумом. У цьому світі (а через нього й у видимому Всесвіті), що пізнається розумом, я пізнаю себе не як щось випадкове, а в загальному потрібному зв'язку.

Погляд у Всесвіт на незліченну множину світів наче знищує моє значення як живої істоти, що повинна буде повернути планеті (усього лише точці у Всесвіті) ту речовину, ту матерію, з якої вона виникла, після того як ця матерія на короткий час невідомо яким чином була наділена життєвою силою.

Осмислення морального закону, навпаки, безмежно звеличує мою цінність як мислячої істоти. Моральний закон, що таїться в моїй особі, відкриває життя, незалежне від моєї тваринної природи і навіть від усього світу, що сприймається відчуттями».

Іммануїл Кант (1724—1804)

«Астрономія за величиною свого об'єкта і за досконалістю своїх теорій є найпрекраснішим пам'ятником людському духу і проявом найвищого його інтелекту».

П'єр Симон Лаплас (1749—1827)

«Астрономія корисна тому, що вона піднімає нас над нами самими; вона корисна тому, що вона велична; вона корисна тому, що вона прекрасна. Саме вона показує нам, яка незначна людина тілом і яка вона велика духом, бо розум її спроможний досягнути сяючі безодні, де її тіло є лише темною точкою, спроможний насолодитися їхньою безмовною гармонією. Так ми приходимо до усвідомлення своєї міці, і це усвідомлення дороге коштує, бо воно робить нас сильнішими.

Насамперед астрономія полегшила справу інших наук, які приносять безпосередню користь, полегшила тим, що повідомила нашої душі спроможність розуміти природу...

Астрономія навчила нас, що закони природи непорушні, а отже, йти проти них неможливо, що ці закони мають не місцеве

значення і не змінюються від однієї території до іншої подібно державним законам. Усюди, куди тільки досягає телескоп, безмежно сягає поле підпорядкування закону Ньютона.

Астрономія краще за усе вселила нам: “Не довіряй видимості!”. З того дня, коли Коперник показав — те, що вважалося нерухомим, перебуває в русі, а те, що здавалось би рухається, насправді спочиває, — з того дня стало очевидно, якими оманними можуть бути дитячі міркування: “А ми так бачимо!”. Ідеї Коперника взяли гору, звісно, не без труднощів. Але з тих пір немає такого закоренілого забобону в науці, від якого ми не в силах були б звільнитися».

Анрі Пуанкаре (1854–1912)

«О перетворене небо! Ми народилися вчасно, щоб пізнати тебе, щоб відчутти солодкість твоїх піднесених одкровень! Той — сліпець, хто дивиться на небо, не розуміючи його; це все одно, що мандрівник, об'їхавши весь білий світ, не бачивши його; це все одно, що глухий, який прийшов слухати музику...».

«Ніщо не збуджує в нас такого урочистого, благоговійного, навіть можна сказати, священного настрою, як безмежна тиша ясної зоряної ночі. Довго ми не в змозі відірвати нашого погляду від сповненої чарів картини зоряного неба, скільки б разів ми нею не милувалися, вона нам ніколи не набридає, залишаючись для нас постійним джерелом чистої насолоди і звеличених дум. Уважно вдивляючись в зоряні групи, ми постійно помічаємо все нові й нові зорі, менш яскраві і тому непомічені нами раніше під час короткого огляду неба. Ми вражені нескінченною кількістю світів, серед яких наша Земля є хоч і реальною, але все ж таки неймовірно малою частинкою Всесвіту».

«Величніше від видовища спокійного чи схвильованого моря, від вигляду гір, вкритих пралісом чи завітчаних вічним снігом, видовище зоряного неба, яке оточує нас з усіх боків, нестримно притягає до себе наш погляд, розповідаючи нам про безмежність і вражаючи нас незбагненною безоднею, яка відкривається перед нами. Ніщо інше не може такою мірою захоплювати нас, притягувати до себе допитливу людську думку, як небо, тому що воно — сама правда, сама безмежність, вічність, усе...».

Знайдіть у всіх релігійних таємницях, у всіх гідних подиву творах мистецтва — у живописі, у музиці, у драмі, у романі, — знайдіть

у них такі глибокі думки, які б справили на нашу душу враження істини, величі та піднесення такою мірою, як це створює споглядання неба! Щонайменша падуча зірочка ставить перед нами питання, яке нам важко не чути; вона наче запитує нас, чим же ми самі є у Всесвіті? Комета на своїх могутніх і швидких крилах переносить нас у безодні простору; зоря, що палає в глибині небес, вказує нам на далеке сонце, оточене невідомими нам світами людських істот...

Дивні, величні, чарівні видовища! Вони притягають до себе своєю неймовірною красою... і переносять нас в царину недосяжної величі...».

Каміль Фламмаріон (1842 – 1925)

2. 3 історії навчання астрономії в українській школі

Астрономія — одна з найдавніших¹¹⁴ наук людства, а це означає, що вона належить і до найдавніших навчальних дисциплін. Практичні потреби вже дуже давно вимагали, наприклад, навчати молодь прийомам орієнтування по небесних світилах. Окрім практичних, наші пращури мали й духовні потреби — зокрема пояснення довколишнього світу, пізнання його зв'язків із людиною, вплив природи на людське життя тощо.

«В думках і піснях відображене глибоке переконання наших предків-росів у тому, що вони є онуками Дажбога, тобто Сонця; про це свідчить дивовижна живучість на Україні прадавньої сонячної символіки»¹¹⁵. На жаль, до нас дійшли лише уламки колись єдиної картини небесного світу наших пращурів. Проте навіть це говорить про їх допитливість і високий духовний рівень¹¹⁶. Задовго до прийняття християнства мешканці Придніпров'я виробили

¹¹⁴Климишин І. А. Історія астрономії / І. А. Климишин. — Івано-Франківськ : Гостинець, 2006 — 652 с.

¹¹⁵Куєвда В. Міфологічні джерела української етнокультурної моделі: психологічний аспект / В. Куєвда. — Донецьк : Український культурологічний центр, Донецьке відділення НТШ, 2007. — С. 143.

¹¹⁶Крячко Іван. Українська народна астрономія / Іван Крячко // Імена України в Космосі. Науково-енциклопедичне видання / Під ред. І. Б. Вавилової і В. П. Плачинди. — Львів: Видавничий дім «НАУТІЛУС», 2003; К.: Компанія «ВАІТЕ», 2001, 2003; К.: Видавничий дім «Академперіодика», 2003. — С. 673.

свою власну систему відліку часу, створили назви місяців, днів тижня¹¹⁷.

Середньовіччя перейняло від стародавніх віків традицію передавати астрономічні знання молодому поколінню, тому у школах квадривіума, окрім арифметики, геометрії й музики, навчали також основам астрономії. Знаменитий Я.А. Коменський відніс основи астрономії до переліку предметів, яким навчали школярів, застосовуючи при цьому спостереження й деякі наочні посібники. Отже, астрономія міцно увійшла в систему навчання в європейській школі.

Наприкінці XVI ст. і впродовж першої половини XVII ст. астрономічні знання в українських школах викладали в рамках так званих семи вільних мистецтв, які широко культивували в західно-європейській системі освіти. Сім вільних мистецтв — це науки тривіуму (граматика, риторика, діалектика (вступ до логіки)) та квадривіуму (арифметика, геометрія, музика, астрономія).

Систематичне викладання навчальних предметів квадривіуму в Україні вперше (близько 1577 р.) розпочали у школі, що працювала при Острозькому науково-культурному центрі. Львівська братська школа, заснована в 1585—1586 рр., у своїй діяльності також спиралась на вивчення семи вільних мистецтв, що були основою усього науково-освітнього процесу. Але найвищого розквіту вивчення астрономії мало в Києво-Могилянській колегії (1632 р.). За прикладом цієї освітньої установи в тодішній Україні виникли й інші схожі навчальні заклади¹¹⁸.

«Серед природничих наук вона (астрономія — *Авт.*) мала чи не найбільшу популярність у колах освічених верств українського суспільства. Потребу її вивчення зумовлювала практична потреба точних календарних обчислень. Астрономія була обов'язковим предметом у тогочасних українських школах, знаходила зацікавлених людей і в позаакадемічному середовищі»¹¹⁹.

¹¹⁷Климишин І. А. Календар і хронологія / І. А. Климишин. — Івано-Франківськ: Гостинець, в-во Івано-Франківської Теологічної Академії, 2002. — 232 с.

¹¹⁸Хижняк З. І. Києво-Могилянська академія / З. І. Хижняк. — К, 1981. — С. 56—67.

¹¹⁹Паславський І. Наукові знання у контексті української культури другої половини XVI — першої половини XVII століть / І. Паславський // Записки Наукового товариства імені Шевченка. Том ССXXX. Праці Комісії спеціальних (допоміжних) історичних дисциплін. — Львів, 1996. — С. 17—43.

У царській Росії, до складу якої входила частина українських земель, астрономію також культивували як навчальний предмет¹²⁰.

Новий статут середньої школи, схвалений 1864 р., закріпив курс астрономії в класичних та реальних гімназіях під назвою космографії. Своїм змістом цей курс зводився головню до сферичної астрономії, а методика його викладання передбачала застосування математики й відсутність астрономічних спостережень (саме тому вона отримала назву «крейдяної»).

Щоправда, окремі викладачі-новатори кадетських корпусів (морські й сухопутні військові середні школи) під час навчання космографії намагалися вводити і спостереження. Проте це не покращувало загального становища з викладанням астрономії: загалом воно було слабким і не задовольняло вищу школу (загальну і спеціальну), де курс астрономії будували з урахуванням попередніх знань з астрономії випускників середньої школи.

На межі 1913—1914 рр. у Петербурзі відбувся I Всеросійський з'їзд викладачів фізики, хімії та космографії, на якому секція космографії висловила ідею організації загальноміських шкільних обсерваторій та утворення при Російському астрономічному товаристві постійної комісії для консультування викладачів космографії з питань методики і створення навчальних посібників.

Резолюція II Всеросійського з'їзду викладачів фізики, хімії та космографії (червень 1917 р., Москва) відзначала: «... космографія, поділяючи з усіма природничими науками виховну й освітню роль, має своє спеціальне високе значення: вона формує науковий світогляд...». У документі також ішлося про потребу організації пропедевтичних спостережень зоряного неба, які б передували вивченню систематичного курсу, і про практичні заняття у процесі навчання астрономії. Було також вказано на те, що у всіх типах шкіл варто запровадити викладання на однаковому рівні.

Рішення з'їзду не було виконано — з'явилася радянська школа, а з нею й нові завдання: організація «справжнього, комуністичного виховання та освіти... перед учительством взагалі, і зокрема перед учителями астрономії, постала проблема перебудови

¹²⁰Набоков М. Е. Очерк истории преподавания астрономии в средней школе в России и в СССР / М. Е. Набоков // Историко-астрономические исследования. Выпуск I / Отв. ред. Куликовский П. Г. — М.: Издательство ГИТТЛ, 1955. — С. 215—220.

Додатки. 2. 3 історії навчання астрономії в українській школі

викладання у світлі нових завдань і принципів навчання, з урахуванням досвіду старої школи»¹²¹.

Російський вчений-педагог О.Ю. Румянцев вважає, що рівень викладання астрономії в середніх навчальних закладах дореволюційної Росії був вищим, як порівняти з нинішньою загальноосвітньою школою. Цього досягали, завдяки диференціації навчання, різноманітності навчальних програм, наявності різних підручників і дидактичних посібників. Важливим було й те, що викладачі мали свободу в розробці програм, методики й засобів навчання (див. посилання 34 на с. 81).

На початку 2000-х рр. ми виконали аналіз і порівняння окремих підручників астрономії, за якими вивчали цей предмет спочатку в царській Росії, потім у Радянському Союзі, зараз у Російській Федерації. Аналіз показав, що за майже сто років підхід до написання підручника астрономії мало змінився. В його основі лежить бажання, скажімо так, «навчити суто астрономії», тобто підручники були зорієнтовані на тих, хто хотів у майбутньому стати професійним астрономом. Ми висловили думку про те, що нині є потреба мати інший курс астрономії. Він мусить відображати три фундаментальні чинники — культуру, світогляд, астрономічну науку¹²².

У перші роки існування радянської школи астрономія входила до складу курсу фізики. Двадцять років минулого століття цікаві з погляду астрономічної освіти. Тоді відбулася низка педагогічних експериментів з метою знайти нові методичні підходи до навчання астрономії (і не лише її, а й інших шкільних предметів). Важливість тогочасних педагогічних новацій полягає в тому, що вони однозначно довели: найкращу якість навчання астрономії отримують тоді, коли її викладають як окремий предмет, а учні володіють певним мінімумом математичних і фізичних знань.

Астрономія як самостійний навчальний предмет з'явилася в радянській школі після виходу Постанови ЦК ВКП (б) «Про початкову

¹²¹Набоков М. Е. Методика преподавания астрономии в средней школе / М. Е. Набоков. — М. : Гос. уч.-пед. изд. мин. прос. РСФСР, 1955. — 182 с.

¹²²Підручник астрономії: від минулого до майбутнього. Історико-змістовний аналіз / І. П. Крячко // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми астрономічної освіти в Україні», 18–20 квітня 2001 р.: тези доп. — Біла Церква : Київський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних кадрів, 2001. — 42 с.

і середню школу» від 5 вересня 1931 р. У пояснювальній записці до навчальної програми (1932 р.) було вказано на ідеологічне значення астрономії, а також рекомендовано виконувати астрономічні спостереження у процесі навчання (програма містила перелік спостережень). М.Є. Набоков і Б.О. Воронцов-Вельямінов на основі цієї програми розробили перший стабільний підручник астрономії (1935 р.).

Вагомий внесок у становлення й розвиток курсу астрономії в радянській школі зробило Всесоюзне астрономо-геодезичне товариство (ВАГО), до складу якого входили як професійні астрономи, так і активні аматори астрономії¹²³. Підтримку вчителям у викладанні астрономії надавали планетарії, що з'явилися в країні від 30-х років минулого століття. В Україні на початок 1990-х років діяло більше десяти планетаріїв (головно це були планетарії у великих містах, але були й винятки, наприклад планетарій в Охтирській школі¹²⁴).

Велику роботу з навчання астрономії виконували у позашкільних закладах — палацах піонерів: у багатьох з них діяли астрономічні гуртки, що мали в своєму розпорядженні наочні посібники та аматорські телескопи (окремі такі установи були оснащені стаціонарними астрономічними обсерваторіями).

Проте, незважаючи на всі ці зусилля, шкільний курс астрономії в радянській школі не набув того значення, на яке він заслуговував. Підтвердження цьому — рівень знань випускників школи. Наприкінці 80-х — початку 90-х рр. XX ст. група науковців з Радянського Союзу, НДР (Німецька Демократична Республіка), ПНР (Польська Народна Республіка) та ЧССР (Чехословацька Соціалістична Республіка) розробила тестові завдання для перевірки знань з астрономії учнів різних країн¹²⁵. Упродовж 1988—1990 рр. на 20 тестових запитань (з однією правильною відповіддю) відповіли близько 2000 учнів чотирьох країн.

За результатами тестування радянські учні не посіли першого місця. Аналіз відповідей показав, що, порівнюючи з однолітками

¹²³Луцкий В. К. История астрономических общественных организаций в СССР / В. К. Луцкий. — М.: Наука, 1982. — 262 с.

¹²⁴Литвинова Л. И. Планетарий в школе / Л. И. Литвинова // Земля и Вселенная. — 1981. — № 3. — С. 69–70.

¹²⁵Сурдин В. Г. Астрономическое образование: традиции и новые технологии / В. Г. Сурдин // Земля и Вселенная. — 1997. — № 1. — С. 59–67.

з країн Східної Європи, вони ненайкраще виконали завдання на застосування отриманих знань (наприклад законів Кеплера), погано розуміли взаємозв'язки між різними характеристиками небесних об'єктів (наприклад між температурою і спектром зір).

Такий стан з навчанням астрономії в радянській школі можна пояснити тим, що курс астрономії був однаковим для всіх, а своїм змістом він задовольняв (цікавив) лише тих учнів, які активно цікавилися зоряним небом. Методична система навчання астрономії, що існувала на той час, припускала однаковий для всіх учнів зміст і єдиний темп його засвоєння, не дозволяла враховувати різноманітність схильностей та інтересів окремих груп учнів.

Одна з головних причин низьких результатів у вивченні шкільної астрономії тих часів — відсутність профілізації навчання. Єдиний тоді підручник астрономії Б.О. Воронцова-Вельямінова перевидавали понад 20 разів!

Недоліки викладання астрономії в середній школі Радянського Союзу ясно позначилися вже на початку 80-х років ХХ ст., а тому потребу в реформі визнали всі зацікавлені сторони: професійні астрономи, педагоги, астрономічна громадськість, Міністерство освіти. Саме тоді було розпочато роботу над новими варіантами навчальної програми з астрономії, а також виникла ідея щодо варіативних підручників і розробки інтегрованого курсу «Фізика і астрономія». Сьогодні можна оцінити вжиті тоді заходи як нерішучі, половинчасті й такі, що не вирішили жодної з проблем поліпшення шкільної астрономічної освіти.

В Україні ідею інтегрованого курсу «Фізика. Астрономія» втілював разом з колегами відомий вчений-педагог О.І. Бугайов¹²⁶. Окрім навчальної програми «Фізика. Астрономія. 7—11 класи» і пробних підручників (для 7, 8 та 9 кл.), для цього курсу було створено орієнтовне планування навчально-виховного процесу¹²⁷. Інтегрований

¹²⁶Головко М. В. Науковий доробок професора О. Бугайова та його роль у становленні і розвитку сучасної дидактики фізики / М. В. Головко // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки), № 3. — Бердянськ : БДПУ, 2009. — 304 с.

¹²⁷Орієнтовне планування навчально-виховного процесу з курсу «Фізика. Астрономія» для 7 класу основної школи: методичні рекомендації / Бугайов О. І. [та ін.]. — К.: Освіта, 1995. — 95 с.

навчальний предмет теоретично обґрунтували і експериментально перевірили¹²⁸.

Курс «Фізика. Астрономія» зазнав критики¹²⁹, але, незважаючи на це, зіграв позитивну роль у збереженні в школі елементів астрономічних знань. Велика заслуга в цьому Олександра Івановича Бугайова як провідного вченого-педагога й керівника наукового колективу, що розробив цей інтегрований курс. До честі Олександра Івановича відносимо й те, що в кінці 90-х років ХХ ст. він підтримував ідею упровадження в 11 класі української середньої школи окремого курсу астрономії і у подальшому брав участь в його розробці (зокрема був керівником авторського колективу, який створив програмний засіб «Бібліотека наочності з астрономії») і загалом сприяв цій справі.

Відсутність у школі окремого курсу астрономії непокоїла як учителів, що викладали його ще за радянських часів, так і прогресивних працівники різних педагогічних установ з Міністерством освіти України включно. Негативно щодо цього виступала астрономічна громада, зокрема Українська астрономічна асоціація¹³⁰.

Поштовхом до вирішення питання стала Всеукраїнська конференція «Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України» (1999 р.). На ній з доповіддю «Концепція викладання астрономії в середній школі України (обґрунтування і програма)» виступив директор Головної астрономічної обсерваторії НАН України академік Я.С. Яцків¹³¹.

¹²⁸Мартинюк М. Т. Базовий курс фізики, інтегрований з астрономією (досвід теоретико-експериментального обґрунтування) / М. Т. Мартинюк. — К.: Знання, 1999. — 121 с.

¹²⁹Деякі аспекти інтеграції фізичної та астрономічної складових шкільної освіти / Г. М. Бойко, А. В. Рибалко // Збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Астрономічна освіта учнівської молоді». — К.: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. — С. 22.

¹³⁰Крячко І. П. Курс астрономії в загальноосвітніх навчальних закладах: проблеми впровадження [Електронний ресурс] // Астроосвіта: [сайт]. — Текст і граф. дані. — К., 2008—2016. — Режим доступу: <http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/Kurs-astroonomii-problemy-vprovadzhenia-1.php> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

¹³¹Концепція викладання астрономії в середній школі України / Я. С. Яцків [та ін.] // Збірник матеріалів Всеукраїнської конференції «Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України», 12 — 15 травня 1999 р.: тези доп. — К.: Київ. ун-т ім. Тараса Шевченка, 1999. — С. 54.

Додатки. 2. 3 історії навчання астрономії в українській школі

Міністерство освіти України оголосило конкурс навчальних програм з астрономії для старших класів за двома напрямками: загальнокультурний рівень — для учнів загальноосвітніх навчальних закладів, гуманітарних класів ліцеїв і поглиблене вивчення — для учнів класів науково-природничого профілю. Конкурс було проведено й визначено переможців^{132, 133}.

Обидві програми відводили 34 навчальних годин на вивчення курсу астрономії, але на практиці програма загально-культурного рівня була зведена до 17 годин.

Отже, упродовж 1991—2000 рр. у середній школі України курс астрономії як окремий предмет був відсутній. Він з'явився в Типовому навчальному плані загальноосвітніх навчальних закладів на 2001/2002 навчальний рік (наказ МОН № 342 від 25.04.2001) в обсязі 0,5 навчальних годин в загальноосвітніх і технологічних класах, а в природничо-математичних класах — 1 год. У гуманітарних класах окремий курс астрономії був відсутній.

Згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 20.05.2003, № 306, до типового навчального плану на 2003/2004 рр. було внесено зміни у зв'язку із запровадженням профільного навчання. У Додатку 1 до наказу зазначалося, що кількість навчальних годин, відведених на вивчення астрономії, в універсальному, технологічному і спортивному профілях має становити 0,5 год, а на фізико-математичному і природничому профілях — 1 год. Водночас у філологічному, суспільно-гуманітарному та художньо-естетичному профілях вивчення астрономії не передбачалося.

Таким обсяг курсу астрономії є й нині (станом на 2016 р.). Хоча в разі запровадження 12-річної освіти за Типовими навчальними планами для основної та старшої школи (наказ МОН України № 357 від 07.05.2007) на вивчення астрономії на рівні стандарту й академічному рівні відводилась одна навчальна година, а на фізичному профілі — 2 години¹³⁴.

¹³²Експериментальні програми для середніх навчальних закладів. Астрономія, 11 клас / Під ред. І. М. Пархоменко. — К.: Сфера, 2001. — 24 с.

¹³³Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 7—11 класи. Астрономія 11 клас / Відп. за вип. І. Пархоменко. — К.: Шкільний світ, 2001. — 136 с.

¹³⁴Про Типові навчальні плани для основної та старшої школи загальноосвітніх навчальних закладів у структурі 12-річної школи (наказ МОН України № 357 від 07.05.2007). [Електронний ресурс] / Портал сучасних педагогічних ресурсів: [сайт]. — Текст і граф. дані. — Д., 2009—2016. — Режим доступу: http://www.intellect-invest.org.ua/library_shool_plan (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

3. Яким має бути підручник астрономії?

Процес вивчення будь-якого шкільного предмета вимагає не лише певної регламентації, але й забезпечення засобами навчання. Серед них центральне місце посідає підручник. Хоча в зарубіжній і вітчизняній педагогіці були часи, коли роль підручника в освітньому процесі відходила з переднього плану, проте він ніколи не втрачав міцних позицій у навчанні. Це викликано тим, що своєю суттю підручник у притаманній лише йому формі відображає освітній процес: з одного боку, він задає стратегію процесу навчання (мету, компоненти змісту освіти, методи й організаційні форми), а з другого, він є його «тактичною моделлю», бо розкриває послідовність викладу навчального матеріалу та задає хід навчального процесу.

Уявлення про роль шкільного підручника як активного компонента методичної системи, з допомогою якого здійснюють управління навчальним процесом, нині зазнають суттєвих змін. Хоча в дискусіях навколо проблеми підручника досі приваляє дидактичний аспект освітнього процесу, проте стали звертати більше уваги й на психологічний. Уже зрозуміло, що низький рівень розвивального ресурсу підручника, недостатня увага до психологічних аспектів його конструювання, може спричинити не лише зниження успішності учнів, їх навчальної діяльності, інтересу до предмета, але й викликати дискомфорт через перевантаженість навчальною інформацією.

Ця констатація значною мірою стосується підручників з астрономії, що впроваджені в Україні. Досвід показав, що під час їх створення не вдалося уникнути тих недоліків, які притаманні багатьом підручникам у цілому і які можна звести до такого: переобтяженість інформацією; погана адаптація до вимог сучасної школи; недостатня структурованість тощо.

Зазначені недоліки є наслідком того, що «питання про добір та організацію змісту підручника можна віднести до центральних питань дидактики, але, як це не парадоксально, воно найменше розроблене в класичній дидактиці...»¹³⁵.

¹³⁵Беспалько В. П. Отбор и организация содержания ученика / В. П. Беспалько // Народное образование. — 2006. — № 7. — С. 116—112.

Проблемі творення підручника як такого й підручників з конкретних навчальних дисциплін в Україні приділяють значну увагу. Водночас мусимо констатувати — роботи, в яких би розглядали питання створення підручника з астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів, до сьогодні у вітчизняній педагогічній науці практично відсутні. З огляду на це ми запропонували не лише концепцію підручника з астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів з урахуванням диференційованого (профільного) навчання, але також розробили дидактичні засади його створення¹³⁶. У лабораторії математичної та фізичної освіти Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України виконано роботу з обґрунтування місця і ролі підручника в методичній системі навчання астрономії у старшій школі¹³⁷.

Різномірнева структура курсу астрономії у старшій загальноосвітній школі (зокрема базовий, академічний і профільний рівні) на наш погляд ставить вимогу наявності щонайменше трьох підручників, різних за змістом і, певно, відмінних за будовою.

В.В. Краєвський та І.Я. Лернер вважають, що конструювання підручника і його конкретне наповнення визначає дидактична потреба у поєднанні основних елементів складу змісту освіти (знання, засоби формування навичок і умінь, досвіду творчої діяльності та дії на емоційно-чуттєву сферу учнів)¹³⁸. На думку Д.Д. Зуєва, розгляд будь-яких теоретичних проблем шкільного підручника неможливий без чіткого уявлення про його педагогічне призначення¹³⁹.

¹³⁶Крячко І. П. Дидактичні принципи та концептуальні засади створення підручника з астрономії / І. П. Крячко // 36. наук. праць «Проблеми сучасного підручника». — К.: Педагогічна думка, 2008. — Вип. 8. — С. 269—278.

¹³⁷Головко М. В. Дидактичні засади організації навчання астрономії в профільній школі [Електронний ресурс] // Астроосвіта: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — К., 2008—2016. — Режим доступу: <http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/dydyaktychni-zasadu-navchannia-astronomii.pdf> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

¹³⁸Краевский В. В. Дидактические основания определения содержания учебника / В. В. Краевский, И. Я. Лернер // Проблемы школьного учебника. — М.: Просвещение, 1980. — Вип. 8. — С. 34—49.

¹³⁹Зуев Д. Д. Проблемы программирования активизации дидактических функций современного школьного учебника в процессе его создания / Д. Д. Зуев // Проблемы школьного учебника. — М.: Просвещение, 1980. — Вип. 8. — С. 254—285.

Суттєвим є питання функцій нового підручника з астрономії. Розгляньмо їх докладніше, адже, як зауважує І.П. Товпинець, дослідження функцій — один з важливих напрямів розробки теорії шкільного підручника. Вони визначають вимоги, впливають на зміст і структуру підручника та вибір засобів¹⁴⁰.

Ми систематизували і звели до таблиці Д.1 основні функції (з коротким описом кожної з них) шкільного підручника. Зрозуміло, що систему дидактичних функцій підручника неможливо строго визначити раз і назавжди: вона динамічна й відкрита. Зазначена система може змінюватися залежно від типу навчального предмета, дидактичної концепції, типу підручника тощо.

Таблиця Д.1

Основні функції шкільного підручника

№ п/п	Назва функції	Дидактична суть функції шкільного підручника
1	Інформативна	Це найбільш розроблена в дидактичному відношенні й методичному втіленні функція підручника. Педагогічна практика свідчить, що більшість вчителів також робить акцент на інформаційній стороні знань, які запропоновані до засвоєння в підручнику. Натомість недостатньо акцентують увагу на узагальненні й систематизації знань, виділенні головного. У наш час, у зв'язку з переосмисленням цілей освіти і потребою зняти інформативне перенавантаження підручника, доцільно відмовитися від подачі у <i>підручнику з астрономії</i> не лише другорядного змістом матеріалу, але суттєво скоротити теоретичний понятійний матеріал за рахунок ущільнення й узагальнення інформації. Цьому може сприяти генералізація й оптимізація навчального матеріалу. Під час розробки підручника цілеспрямований добір і систематизацію навчального матеріалу доцільно здійснювати з урахуванням двох основних критеріїв: змістовно-логічних (особливості розвитку, змісту й форми подачі наукового знання у відповідній предметній галузі) і психологічних (закономірності засвоєння знань залежно від вікових та індивідуально-психологічних характеристик учнів) ¹⁴¹ .

¹⁴⁰Товпинець І. П. Концепция учебника и его структурирование / И. П. Товпинець // Проблемы школьного учебника. — М.: Просвещение, 1991. — Вып. 20. — С. 34—44.

¹⁴¹Холодная М. А. Психодидактика школьного учебника / М. А. Холодная, Э. Г. Гельфман. — СПб.: Питер, 2006. — 383 с.

Додатки. 3. Яким має бути підручник астрономії?

Таблиця Д.1 (продовження)

№ п/п	Назва функції	Дидактична суть функції шкільного підручника
2	Функція управління	На думку І.Я. Лернера, функція організації навчально-пізнавальної діяльності — це головна, первинна функція підручника. У наш час дидактичний зміст цієї функції доцільно суттєво переглянути: підручник має дозволяти вчити учнів умінню порівнювати, класифікувати, доводити, обґрунтовувати тощо; на його сторінках треба подати матеріали про методи розумової діяльності. Сучасний підручник має містити засоби управління процесом самонавчання.
3	Розвивальна	Підручник має забезпечувати умови для формування в учня особистісних якостей, мотивації до навчання, розвиток інтелектуальних здібностей. Зазначені категорії сприяють формуванню в молодій людини самостійної активної та продуктивної життєдіяльності в умовах складної соціальної дійсності.
4	Комунікативна	Підручник — засіб передачі інформації іншій людині, тобто учневі, який у взаємодії з навчальною книгою є реципієнтом ¹⁴¹ . Проте роль комунікативної функції до останнього часу явно недооцінювали. Нові підручники варто будувати з урахуванням проблемності, діалогу, дискусії тощо.
5	Виховна	Підручник має не лише вчити, але і виховувати. Для цієї мети його зміст потрібно визначати з гуманістичних позицій, розкривати велич людського духу і думки в кожній предметній галузі. Звісно, у підручнику доцільно використовувати образні порівняння й аналогії, які учень легко запам'ятовує і які викликають в його свідомості яскраві асоціації.
6	Функція диференціації навчання	Малорозвинена до сьогодні функція підручника, проте орієнтація сучасної освіти на диференційоване навчання вимагає, щоб зміст і структура підручника враховували цю важливу обставину. З практики відомо, що рівень початкової підготовки з певного предмета, вид здібностей, характер навчальної мотивації в учнів різний. Тому в підручнику мають бути різні типи текстів, завдання кількох рівнів складності, різні форми контролю тощо.
7	Функція індивідуалізації навчання	Сучасна педагогіка розглядає особистісно-орієнтоване навчання як один із магістральних напрямів розвитку освіти. Висловлюють думки про те, що одна з найважливіших цілей освіти — це формування індивідуальності. Функція індивідуалізації навчання у підручнику може бути забезпечена шляхом широкої варіативності запропонованих до виконання завдань, додаткових практичних робіт, збільшення питомої ваги проблемних (пошукових) прийомів організації тексту тощо.
8	Функція закріплення й контролю	На думку І.Я. Лернера, функція організації навчально-пізнавальної діяльності — це головна, первинна функція підручника. У наш час дидактичний зміст цієї функції доцільно суттєво переглянути: підручник має дозволяти вчити учнів умінню

Таблиця Д.1 (закінчення)

		порівнювати, класифікувати, доводити, обґрунтовувати тощо; на його сторінках треба подати матеріали про методи розумової діяльності. Сучасний підручник має містити засоби управління процесом самонавчання.
9	Розвивальна	Контроль (у найкращому варіанті — самоконтроль) засвоєння знань і формування навичок відіграє істотну роль у процесі навчання. Для цього в підручнику має бути чітко вказано на те, які знання, уміння й навички має опанувати учень, а також вміщено завдання для здійснення контролю й самоконтролю.

З огляду на основні дидактичні функції вимоги до змістового наповнення підручника з астрономії, на наш погляд, мають бути такими:

- чітка постановка завдань вивчення кожної теми чи параграфа;
- мотивація навчання шляхом подачі навчального матеріалу, що важливий для учня на практиці, в системі його уявлень і знань про світ;
- відображення сучасних астрономічних знань, стану астрономічної науки.

Навчальний матеріал доцільно подавати за логікою наукового пізнання (спостереження — теорія — висновки — узагальнення), системно (зважаючи на принципи генералізації), використовуючи ілюстрації для забезпечення кращого розуміння й засвоєння навчального матеріалу. Як зміст, так і подача матеріалу в підручнику мають сприяти тому, щоб у процесі навчальної діяльності (розв'язування задач, виконання практичних робіт тощо) учень опанував нове знання, тобто набував базових і предметних компетентностей.

З огляду на цілі вивчення астрономії у старшій загальноосвітній школі, дидактичний зміст функцій підручника, вимог до його змістового наповнення та зважаючи на його концептуальну структуру, ми формуємо базові принципи створення підручника з астрономії так: а) цілепокладання; б) формування компетентностей; в) врахування профільного навчання; г) інтеграція знань; ґ) вироблення навичок самостійного, критичного мислення; д) практична спрямованість та зв'язок із життям; е) стимулювання самоосвіти.

Додатки. 3. Яким має бути підручник астрономії?

Підручник має бути науковим; відображати зміст шкільної програми; мати чітку, зрозумілу структуру, практичну спрямованість завдань; містити сучасний дидактичний матеріал, достатню кількість прикладів, різноманітні види вправ і завдання на розвиток творчих здібностей учнів, додатковий матеріал, наочні схеми, таблиці тощо, довідкове забезпечення; упроваджувати методичні інновації; бути узгодженим із суміжними дисциплінами; відповідати сучасному поліграфічному й художньо-технічному рівню видання та санітарно-гігієнічним вимогам до навчальної літератури¹⁴².

Сучасний підручник має не лише відображати зміст навчального предмета, але й допомагати його опануванню. І.С. Якиманська вважає, що «методично важливо не лише вибудувати знання в певній логічній системі, але й визначити вимоги до їх засвоєння і, згідно з цим, чітко структурувати підручник, виділити основні прийоми розумової роботи»¹⁴³.

Підручник, як сценарій чи проект процесу навчання, має забезпечувати його на практиці — максимально сприяти організації навчально-пізнавальної діяльності учнів. У підручнику потрібно подати прийоми навчальної діяльності, які б дозволяли учневі: сприймати навчальний матеріал, опановувати його до рівня практичного використання, застосовувати засвоєні компоненти освіти у повсякденному житті. Такі прийоми мають бути спрямовані на забезпечення свободи дій учня у процесі навчання та його самоорганізацію у цьому процесі.

Оскільки для забезпечення розвивальної функції підручника з астрономії у ньому потрібно вміщувати проблемні завдання, то доцільно наводити прийоми навчальної діяльності, які допомагати учневі у пошуку їх вирішення. Наприклад, вміщувати інформацію історичного, науково-методологічного змісту, що показує, яким чином схожу проблему колись вирішували в астрономії¹⁴⁴.

¹⁴²Матеріали міжнародної конференції «Діалоги про підручник: час говорити, час діяти» [Електронний ресурс] // Громадські платформи освітньої реформи в Україні: [сайт]. — Текст. і граф. дані. — К., 2008—2009. — Режим доступу: <http://uprer.org.ua/library/200.html> (дата звернення: 01.02.2016). — Назва з екрана.

¹⁴³Якиманская И. С. Знания и мышления школьника / И. С. Якиманская. — М.: Знание, 1985. — С. 22.

¹⁴⁴Крячко І. П. Процесуальна складова підручника астрономії / І. П. Крячко // 36. наук. праць «Проблеми сучасного підручника». — К.: Педагогічна думка, 2009. — Вип. 9. — С. 99—103.

Ми поділяємо думку М.О. Холодної та Е.Г. Гельфман, висловлену ними в роботі «Психодидактика школьного учебника», про те, що сучасний шкільний підручник — це поліфункціональна психо-дидактична система. Але водночас він має бути адресований кожному учневі й вирішувати задачі його психічного розвитку.

Нагальна вимога до сучасного підручника — динамізм. На перший погляд, це суперечить розумінню самої суті підручника, але в умовах прискореного темпу розвитку наукового знання підручник астрономії, наприклад, без такої властивості не зможе повноцінно виконувати інформаційну функцію. Фактично йдеться про те, що підручник потрібно створювати як відкриту інформаційну систему, що має бути основою відповідного інформаційно-навчального середовища¹⁴⁵.

За умови сформованості такого середовища в учня виникає можливість конструювати під свої індивідуальні потреби «одномоментний» підручник, тобто такий освітній продукт, який буде максимально задовольняти його навчальні мотиви. Це натомість дозволить суттєво просунутися шляхом упровадження особистісно-орієнтованого навчання.

Ми переконані, що підручник для старшої загальноосвітньої школи в його класичному вигляді (зокрема на папері) й уявленні (як навчальна книга «рецептів знань» для широкого загалу) «доживає останні дні». Такий висновок впливає не стільки з того, що сучасні ІКТ дозволяють створювати одномоментні підручники, а радше з усвідомлення нової якості — те, що ми звикли називати підручником, нині має бути не стільки «під рукою», а більшою мірою *порадником*, тобто своєрідною «дорожньою картою» для кожного окремого учня: що і як вчити, де брати і як конструювати для своїх потреб навчальні матеріали та як оцінювати навчальні досягнення¹⁴⁶.

¹⁴⁵Крячко І.П. Підручник як основа інформаційно-навчального середовища шкільної астрономії / І.П. Крячко // Збірник наукових праць «Проблеми сучасного підручника». — К.: Педагогічна думка, 2014. — Вип. 14. — С. 349—355.

¹⁴⁶Головко М.В. Про модель підручника астрономії профільного рівня / М.В. Головко, І.П. Крячко // Збірник наукових праць «Проблеми сучасного підручника». — К.: Педагогічна думка, 2015. — Вип. 15. — С. 349—355.

4. Джерела астрономічної інформації та дидактичних матеріалів

Нині, маючи доступ до Інтернету, знаходити інформацію про відкриття в астрономії чи астрономічні явища просто. Трохи складніше з окремими дидактичними матеріалами (розробки уроків, практичні роботи, завдання для контролю засвоєння знань, рівня сформованості предметних компетентностей тощо). Хоча вже й ці матеріали вчитель може знайти у всесвітній «павутині».

Оскільки ми працюємо над створенням в Україні інформаційно-навчального середовища шкільної астрономії, то звертаємо увагу на ресурси, які, можливо, знадобляться вам у процесі навчання (чи вивчення) астрономії. До таких ресурсів належать:

1. Український астрономічний портал (www.astrosvit.in.ua).
2. Сайт «Астроосвіта» (www.astroosvita.kiev.ua).
3. Науково-популярний астрономічний журнал для широкого загалу «Наше небо» (www.nashenebo.in.ua).
4. Ютуб-канал «Astronomy.in.UA».
5. Відкрита Facebook-спільнота «Astronomy.in.UA».

**Видавничий центр «Наше небо» готує
до видання в 2018 р.
посібник Івана Крячка для вчителів та самоосвіти**

«Технологія навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі»

Іван Крячко

**ТЕХНОЛОГІЯ НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ У
СТАРШІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ**

Посібник для вчителя та самоосвіти

**Київ
Видавничий центр «Наше небо»
2018**

**Довідки щодо цього видання від автора
електронною поштою astroosvita@gmail.com,
або за тел. : (044) 228–91–33.**

Навчальне видання

Іван Павлович Крячко

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ
В СТАРШІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ**

Редактор В.М. Боровик

Коректор І.І. Іванов

Технічний редактор Л.І. Крячко

Обкладинка і комп'ютерна верстка І.П. Конотоп

Здано в набір 15. 04.16. Підписано до друку 10.05.16 р.

Формат 70 x 100 ¹/₁₆. Папір офсетний.

Гарнітура GaramondBookNarrowC. Друк цифровий.

Умов. друк. арк. 19,7.

Наклад 30 прим.

Замовлення № 1 – 18.

Видавничий центр Валентини Боровик «Наше небо».

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи

до державного реєстру

видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

серія ДК, № 1368, видане 27.05.2003 р.

вул. М. Гришка, 8-а, кв. 36, Київ-140, 02140.

тел. (044) 228-91-33.

Надруковано:

Центром оперативної поліграфії МЦ «Універсаріум»

www.universum.com.ua