

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ФІЗИЧНИХ І АСТРОНОМІЧНИХ ПОНЯТЬ В СИСТЕМІ АСТРОФІЗИЧНИХ ЗНАНЬ

Автор досліджує проблему взаємозв'язку елементів фізичних і астрономічних понять, що мають цілісний, системний характер у формуванні уявлень про сучасну природничо-наукову картину світу.

Ключові слова: астрономія, фізика, поняття, уявлення

Фізика і астрономія є фундаментальними науками, які вивчають загальні закономірності перебігу природних явищ, закладають основи наукового світогляду та основ системи знань про методи й результати вивчення законів руху, фізичної природи, еволюції небесних тіл та Всесвіту в цілому.

Постановка проблеми. Взаємозв'язок астрономії та фізики першочергово визначається тим, що астрономія містить у собі весь діапазон понять сучасної фізики й повною мірою спирається на її закони. Справедливість суджень фізичних теорій у формуванні єдиної природничо-наукової картини світу блискуче справджується за допомогою сучасних астрономічних досліджень. Конкретизація знань про фізичні теорії і окремі теоретичні положення сучасної фізики на астрономічному матеріалі (і навпаки), а також обґрунтування даних сучасної космології на основі фундаментальних фізичних теорій є переконливою ілюстрацією взаємозв'язку емпіричних і теоретичних методів (і рівнів) пізнання та сучасних тенденцій цього взаємозв'язку. Інтегрований поглиблений розгляд явищ, процесів і закономірностей природи, аналіз функціонування універсальних законів паралельно в курсах різних дисциплін дає більш глибоке усвідомлення цілісної картини світу, дозволяє відійти від схоластичних уявлень про фундаментальні закономірності. Не випадково, що основні завдання фізичної і астрономічної освіти (як шкільної, так і вузівської) в сукупності освітніх, виховних і розвивальних цілей мають єдину мету. Серед яких першочерговим завданням є «формування в учнів системи фізичного знання на основі сучасних фізичних

теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів) і розвиток у них здатності застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці; формування основ системи знань про небесні світила, про закони їхнього руху, будови і розвитку, а також про будову і розвиток Всесвіту в цілому; висвітлення ролі астрономії у пізнанні фундаментальних законів природи, використання яких є основою науково-технічного прогресу та вирішення глобальних проблем людства, у формуванні сучасної природничо-наукової картини світу» [4].

Аналіз основних досліджень. Проблемою формування фізичних понять, зокрема поняття фізичної величини присвячені роботи О.І. Бугайова, Р.Ю. Волковиського, М.В. Каленика, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, М.Т. Мартинюка, В.Г. Нижника, В.Ф. Савченка, В.П. Сергієнка, В.Д. Сиротюка, В.Г. Шарко і ін. Дослідження згаданих авторів показують, що фізичні величини відносяться до тієї категорії понять, у засвоєнні яких учні відчують значні труднощі. Саме у знаннях учнів про фізичні величини у найбільшій мірі проявляється формалізм. Це може бути пов'язане з об'єктивними причинами – поняття «фізична величина» є дуже складним – і суб'єктивними причинами не завжди використовуються такі методи і прийоми навчання, які враховують цю складність [1]. Наукова картина світу, виконуючи роль систематизації всіх природничих знань, одночасно виконує функцію формування наукового світогляду, є одним із його елементів. Тому формування в учнів сучасної наукової картини світу і одночасно уявлень про її еволюцію через систему фізичних і астрономічних понять є необхідною умовою формування в учнів сучасного стилю мислення.

Наукові поняття становлять основу для розвитку логічного мислення учнів. Натомість формування понять – складний і тривалий процес. А. В. Усова пропонує 14 етапів їх неперервного розвитку, від чуттєво-конкретного сприймання до встановлення цілісних зв'язків і відношень даного поняття з іншими [3]. Серед важливих умов успішного засвоєння наукових понять виділимо наступні:

- а) забезпечення тісних міжпредметних зв'язків;
- б) формування в учнів умінь самостійної навчальної діяльності;
- г) розвиток розумових операцій;

Мета статті. Однією з умов розвитку фізичного мислення учнів є науковий підхід до процесу формування фізичних понять. Поняття виникають тоді, коли групу ознак, які характеризують певний клас предметів, сприймають у єдності. У процесі формування понять використовується ціла низка прийомів розумової діяльності: індукція, дедукція, аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування тощо. Система фізичних понять є важливим структурним елементом фізичної науки, в тому числі – шкільного курсу фізики. Фізичні поняття пов'язані між собою відповідними законами і теоріями. Поняття як результат узагальненого теоретичного мислення є засобом подальшого пізнання глибин фізичної науки. Багато фізичних понять мають ще й ту особливість, що вони виходять за межі фізики, широко використовуються іншими природничими науками. Саме використання фізичних понять як конструкційних елементів у системі астрофізичних знань є метою даної статті.

Досліджуючи історію розвитку природничих наук, академік Б. М. Кедров зазначав, що різні науки, які входять до даної системи, ніколи не розвиваються однаковими темпами, єдиним фронтом. То одна, то інша наука виходить уперед і веде за собою решту наук даної системи. Та наука, яка «висунулася» вперед, стає лідером даної групи наук. Вона ніби «нав'язує» іншим наукам свої поняття, методи дослідження, теорії та закони. Нині лідером природничих наук визнано фізику, а точніше астрофізику. Можна навести чимало прикладів впливу фізики на інші науки: астрономію, біологію, хімію, медицину, обчислювальну математику, інформатику тощо. У них широко використовуються такі фізичні поняття як шлях, швидкість, прискорення, маса, сила, робота, потужність, енергія, температура, потенціал, напруга, струм і т. д.

Виклад основного матеріалу. Завдяки широкому спектру властивостей і функцій фундаментальних фізичних понять їх формування стає одним із визначальних структурних елементів процесу навчання. Звідси та висока

відповідальність, яку беруть на себе вчителі фізики шкіл різних типів, приступаючи до формування в учнів фізичних понять. Разом з тим, єдиного способу формування фізичних понять в учнів на уроках фізики і астрономії не існує. Є ціла низка методів розв'язання цієї проблеми, включаючи й складну мислительну діяльність учнів над узагальненням окремих експериментальних фактів. Однак усі способи формування фізичних понять починаються з чуттєво-конкретного сприйняття учнями відповідних предметів або явищ. Наведемо декілька джерел початкових уявлень про фізичні поняття.

1. Життєвий досвід учнів, їхні щоденні спостереження за навколишнім середовищем, аналіз науково-популярної літератури, перегляд відеофільмів, телепередач, користування всесвітньою мережею Інтернет тощо. Цей етап називають стихійним процесом формування фізичних понять (шлях, швидкість, температура, електричний струм, світло та ін.).

2. Супутнє формування фізичних понять внаслідок вивчення інших споріднених дисциплін, передбачених навчальним планом (математика, природознавство, хімія, географія, астрономія та ін.). Цей етап інколи називають початковим процесом формування в учнів фізичних понять.

3. Цілеспрямоване початкове формування фізичних понять під керівництвом учителя фізики (використання фізичного експерименту, моделей, розв'язування спеціально підібраних задач тощо).

Усі попередні складові необхідно враховувати на початковому етапі цілеспрямованого формування фізичних понять, з одного боку, щоб використати вже наявні в учнів знання, з іншого – щоб попередити можливі помилки, які можуть траплятися під час стихійного формування фізичних понять. Початкові знання про фізичні поняття можна використовувати як основу для наукового процесу формування фізичних понять.

На початковому етапі процесу цілеспрямованого формування фізичних понять учнів навчають виділяти суттєві ознаки явищ та об'єктів, відкидати несуттєві їх характеристики. Перший етап формування фізичних понять завершується їх означенням. Мета означення – об'єднати в єдиному

формулюванні те суттєве, що властиве для даного поняття. В логіці під означенням розуміють встановлення зв'язку між родовим поняттям та його видовими ознаками. Наприклад: кінетична енергія молекули → кінетична енергія → енергія → кількісна міра руху матерії. Однак рано чи пізно ми приходимо до таких понять, коли найзагальніше з них уже неможливо виразити через більш загальне, наприклад маса, заряд, час, простір тощо. Ці поняття є основними поняттями фізики, їм не дають означень, і вони не впливають з досліду. Для того щоб пов'язати ці поняття з об'єктивною дійсністю, необхідно вказати ті емпіричні операції, за допомогою яких вимірюються відповідні їм фізичні величини. При цьому зв'язок теоретичного і емпіричного в пізнанні розглядається з позицій їх взаємозв'язку як компонентів знань, рівнів пізнання і форм пізнавальної діяльності учнів.

Вищий рівень формування фізичних понять – це їх розвиток та «шліфування» у свідомості учня під час його подальшої навчальної і практичної діяльності. Поняття створюється аж ніяк не відразу, а розвивається поступово. Поняття, яке виникло в учня у своєму початковому вигляді, звичайно, є лише певним наближенням до дійсного його змісту і певною мірою звуженим і однобічним. Згодом, з накопиченням спостережень за фізичними явищами поняття уточнюється, розширюється, і, нарешті, лише після достатньої кількості таких спостережень і певного часу мислення у свідомості учнів викристалізовується основна суть даного поняття.

Поняття величини у фізиці відіграє фундаментальну роль, тому що предметами дослідження є фізичні об'єкти (предмети, процеси, явища), які володіють множиною різних властивостей. Для кількісного і якісного опису цих властивостей і використовуються різні фізичні величини. Без величин вивчення природи обмежувалося б лише спостереженнями і залишалося на описовому рівні. Наприклад, з давніх-давен було відомо, що тіла під час нагрівання розширюються. Введення фізичних величин (об'єм тіла, температура тіла тощо), встановлення між ними залежності дозволило значно розширити знання про явище розширення тіл. Умови для введення тієї чи іншої

фізичної величини визрівають у процесі розвитку певної галузі знань.

Педагогічні спостереження, практика роботи вчителів фізики показали, що введення фізичних величин здійснюються так, що головна увага звертається на формулу, яка виражає означення фізичної величини, а та властивість, яка притаманна фізичним об'єктам, залишається нерозкритою. Учні не знають, що таке фізична величина взагалі, яку роль вони виконують в описі природи, які співвідношення фізичних величин і фізичної реальності, що означає ввести фізичну величину і виміряти її. Від правильного введення поняття тієї чи іншої фізичної величини залежить успішність вивчення фізики не тільки в основній школі, а й у старших класах, учні яких мають не завжди правильне уявлення про величини. Наприклад, учні визначають швидкість руху тіла як шлях, який проходить тіло за одиницю часу, густину речовини як масу, що міститься в одиниці об'єму речовини. Такі означення вказують на повну тотожність величин, що входять в означення. Але відомо, що обидві величини, що входять в означення різні по суті, є величинами особливого роду і не зводяться одна до іншої.

Оволодіння поняттям фізичної/астрономічної величини є складним психологічним процесом, який включає чуттєве сприйняття, створення наочних образів, а також розумові процеси аналізу й синтезу, абстрагування, узагальнення і систематизації тощо. Розкриття змісту поняття конкретної фізичної величини згідно наведеної логіки єдиного підходу до формування понять дозволяє генералізувати пізнавальну діяльність учнів під час введення понять фізичних величин і дає можливість достатньо цілісно і повно з'ясувати сутність відповідного фізичного об'єкта.

Систему астрономічних знань визначають наступні структурні компоненти: явища, об'єкти, факти, основою яких є спостереження; поняття, закономірності, що формуються в результаті аналізу явищ, об'єктів, фактів; теорії, що пояснюють явища, факти, закономірності; природничо-наукова картина світу. Астрономічна наука нині оперує великою кількістю понять, і саме тому теоретична розробка понятійного апарату курсу астрономії

загальноосвітніх навчальних закладів має здійснюватися вдумливо, як без його зайвого спрощення, так і без явних, невиправданих надмірностей. Доцільним і важливим для побудови навчального предмета є також визначення понятійного ядра курсу астрономії – переліку тих понять, без яких він втратить свою цілісність і логіку. Астрономія є однією з наук про природу. Тому астрономічні знання по суті своїй є знаннями природничо-науковими. Але в той же час і володіють певною особливістю. Останнє визначається, в першу чергу, тим, що факти, отримані в результаті спостережень, не можуть бути пояснені без залучення фізичних законів і теорій. Повноцінне засвоєння астрономічних знань можливе за поєднання чуттєво-конкретного рівня з абстрактним, теоретичним рівнем пізнання вже на початкових етапах. На відміну від фізичних понять, формування астрономічних має свою специфіку. Перш за все це пов'язано з властивостями досліджуваних об'єктів та явищ. Специфічність сприйняття і вивчення астрономічних об'єктів (розміри космічних тіл, їх віддаленість від дослідника) не дозволяють безпосередньо вивчати астрономічні об'єкти, проводити експеримент тощо. Крім того, характерним для астрономії є те, що для опису явищ, що відбуваються, наприклад, в надрах зірок (тобто для побудови модельної гіпотези), доводиться використовувати весь апарат сучасної теоретичної фізики: термодинаміку, газодинаміку, магнітогідродинаміку, ядерну фізику та інші її розділи. Вивчення фізичної природи небесних тіл у курсі астрономії є логічно необхідним завершенням формування фізичних понять у старшій школі.

Спорідненість фізичних і астрономічних понять можна довести на багатьох прикладах. Одним з яких є ведення поняття величини «час». Кожне фізичне тіло займає певне місце відносно інших тіл, має свої розміри, форми (наприклад, Земля у космічному просторі, автомобіль на дорозі, прилад на демонстраційному столі тощо); це означає, що тіла існують у просторі. Процес зміни положення тіла відносно інших тіл відбувається за певний інтервал часу (Земля обертається навколо Сонця за один рік, навколо своєї осі – за 24 години, автомобіль долає відстань 60 км за одну годину тощо). Рух тіл відбувається у

часі. Фізичні процеси і явища також характеризуються тривалістю існування, послідовністю стадій розвитку. Різні явища, процеси відбуваються в різних часових вимірах. Наприклад, щоб розплавити кристалічне тіло, його спочатку треба нагріти до температури плавлення речовини, лише потім розпочинається процес плавлення; дощ і сніг можуть випадати одночасно тощо. Важливою рисою часу є його необоротність. Час протікає лише в одному напрямі – від минулого через сучасне у майбутнє. У минуле повернутися неможливо. Іншою властивістю часу є те, що протікання фізичних процесів і явищ не залежить від вибору початкового моменту часу. Значення має лише інтервал часу, тобто різниця між кінцевими і початковими моментами. Цей інтервал часу реально впливає на протікання фізичних процесів і явищ. У фізиці спостерігають і описують явища, тривалість яких від 10^{-20} с до 10^{26} с. Відношення найбільшого інтервалу часу до найменшого є величезне число 10^{46} . Числові значення інтервалів часу залежать від вибору одиниць. Якщо тривалість найменшого і найбільшого інтервалу виразити у роках, то це буде відповідно $3,2 \cdot 10^{-28}$ і $3,2 \cdot 10^{18}$ років. Значення інтервалів змінилося, але їх відношення залишилось однаковим – 10^{46} . За еталон одиниці часу взято одну секунду (1 с). До 1960 року одиницю часу 1с визначали як $1/86400$ частину середньої сонячної доби. Але спостереження показали, що обертання Землі навколо своєї осі зазнає коливань, які не дають змоги розглядати його як стабільну природну основу для еталона часу. Тоді за 1 с було прийнято $1/31556925,9747$ частину тропічного року – інтервал часу між двома послідовними рівноденнями. Отже, при введенні поняття часу використовуються як фізичні так і астрономічні знання.

Таким чином, на практиці доводиться використовувати поняття, які є суміжними. Так, використання даних сучасних астрономічних, зокрема астрофізичних уявлень, переконливо свідчить про те, що дійсно всі випадки взаємодій тіл у природі (як в мікросвіті, так й у макросвіті і мегасвіті) можуть бути зведені до чотирьох видів взаємодій: гравітаційної, електромагнітної, ядерної і слабкої. В іншому плані, ілюстрація застосувань фундаментальних фізичних теорій, законів і основоположних фізичних понять для пояснення

особливостей будови матерії та взаємодій її форм на прикладі всіх рівнів організації матерії (від елементарних частинок до мегаутворень Всесвіту) є переконливим свідченням матеріальної єдності світу та його пізнаваності [2].

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Все це дає підстави для твердження, що основою формування в учнів уявлень про природничо-наукову картину світу може бути за характером не фізична, а фізико-астрономічна картина світу. Використання фізичних і астрономічних понять в курсі фізики й астрономії дозволить більш узагальнено описувати основоположні елементи природничо-наукової картини світу, спираючись на уніфіковані поняття про матерію, про простір, час і рух як форми існування матерії; уявлення про природну обумовленість явищ природи, пізнаваність світу тощо.

Література

1. Каленик М.В., Каленик В.І. Зміст поняття «фізична величина» в курсі фізики основної школи / Педагогічні науки : збірник наукових праць. – Суми : Редакційно-видавничий відділ СДПУ ім. А.С.Макаренка, 2000. – С. 283 – 292.
2. Мартинюк М.Т. Базовий курс фізики, інтегрований з астрономією: Досвід теоретико-експериментального обґрунтування. – К.: Знання, 1999. – 121 с. – Бібліогр.: С. 90 – 93.
3. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 173 с.
4. Фізика. Астрономія / Програма для загальноосвітніх навчальних закладів 7-12 кл. – К.: Перун, 2006. – 80 с.

И.А.Ткаченко

Особенности формирования физических и астрономических понятий в системе астрофизических знаний

В статье раскрывается взаимосвязь физических и астрономических понятий как целостной системы формирования представлений о современных методах исследования фундаментальных законов природы.

Ключевые слова: астрономия, физика, понятие, теория

**Features of forming of physical and astronomic concepts are in system of
astrophysical knowledges**

In the article the problem of intercommunication of elements physical and astronomic concepts which have integral, system character in forming of pictures modern scientific picture of the world is based.

Keywords: astronomy, physics, concept, presentation