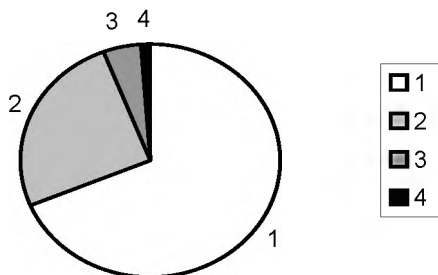


тання — в'яснити, чому прискорення космосу почалося саме в цей момент космічної історії? Створена у момент, коли Всесвіту було 10^{35} с за віком, темна енергія мала би залишатися у затінку протягом майже 10 мільярдів років. Як вказують дані, тільки тоді вона переборолала б речовину і змусила Всесвіт почати розширення з прискоренням. Чи це не збіг обставин, що як тільки з'явилися мислячі істоти, Всесвіт раптово “переключився на вищу передачу”. Виглядає, наче долі речовини і темної енергії якось переплітаються. Але ж як?

Якщо темна енергія є енергією вакууму, тоді цей збіг майже неможливо пояснити.

3. Відповіддю на цей пункт плану буде діаграма (мал. 3), яка добре пояснює пропорції. Тут: 1 — темна енергія, 2 — темна матерія, 3 — видима речовина, 4 — випромінювання.



Мал. 3. Діаграма пропорцій у будові Всесвіту

При вивченні матеріалу, пов'язаного з еволюцією Всесвіту (пункт 3), необхідно звертати увагу на різні гіпотези щодо цього. Остаточної відповіді немає, хоч передовими вважаються такі моделі еволюції, як Великий Вибух та Інфляційний Всесвіт. Ці дві гіпотези найкраще пояснюють процеси, що відбуваються з нашим Всесвітом, але за браком знань людства та можливостей заглянути в минуле і майбутнє, варто зазначити, що ці моделі еволюції все ж таки є гіпотезами.

Також не потрібно випускати з поля зору, ще одну важливу гіпотезу щодо еволюції Всесвіту — антропний принцип [2].

Чільне місце у викладанні астрономії, особливо під час вивчення теми “Будова та еволюція Всесвіту”, займають проблемні задачі. Під час такого виду вивчення матеріалу в учнів формуються глибокі та зміс-

товні знання. Наведемо для прикладу декілька таких проблемних задач:

- 1) Чи не впливає з закону Хаббла, що у Всесвіті діє якась сила, яка “розганяє” галактики, через що збільшується швидкість з відстанню?
- 2) Куди розширюється Всесвіт, якщо він і так вже нескінченний?
- 3) Всесвіт — це усе, що є на світі. Оскільки він розширюється, то повинні збільшуватися не тільки відстані між скупченнями галактик, а розміри усього у світі: і атомів, і планет, і людей... Чи так це?
- 4) Де, у якій точці простору був Великий Вибух?
- 5) Який зміст має нескінченність Всесвіту, якщо її видима частина обмежена космічним горизонтом?
- 6) Чи не суперечить існування космічного горизонту безмежності Всесвіту, який слідує з космологічного принципу?
- 7) Чи впливає з закону Хаббла, що можуть існувати галактики, швидкість віддалення яких перевищує швидкість світла? Якщо це так, чи не суперечить космологія Всесвіту, що розширюється, теорії відносності, відповідно до якої швидкість світла — це гранична швидкість сигналів?
- 8) З принципу “чим далі в просторі — тим глибше в часі” впливає, що об'єкти на відстанях мільярди світлових років повинні відрізнятися від близьких. Чи не суперечить цей висновок космологічному принципу, відповідно до якого властивості Всесвіт у всіх точках однакові?
- 9) Що таке “теплова смерть Всесвіту”? Чи настане вона коли-небудь?
- 10) Чому в ночі темно? (Фотометричний парадокс).

Список використаних джерел

1. *Климишин І.А., Крячко І.П.* Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвітньої школи. — К.: Наука, 2002. — 191 с.
2. *Климишин І.А.* Релятивістська астрономія. — 2-ге вид., пер. та доп. — М.: Наука. Гол. ред. фіз.-мат. літ., 1989. — 288 с.
3. *Острайкер Джеремія, Стейнхардт Пол.* Всесвіт п'ятої сутності — квінтесенція. // Світ науки. — 2001. — № 2(8) — С. 116-123.
4. *Рубін Віра.* Темна матерія у Всесвіті. // Світ науки — 2001. — № 2(8) — С. 102-106.

Дідович М.М.

Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка

КООРДИНАТНИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З КІНЕМАТИКИ

Розглянуто способи опису руху матеріальної точки, з'ясовано суть координатного методу розв'язання задач з кінематики та дано приклади розв'язування задач координатним методом.

Methods of motion description of material point have been observed, the essence of coordinate method of solving the problems on kinematics has been clarified and the examples of solving the problems by a coordinate method has been given.

До арсеналу фізики як науки входять не тільки факти, поняття, закони і теорії, а і методи. Методи фізичної науки є інструментом вивчення закономірностей навколишнього світу і мають не менше значення, ніж факти, поняття і закони. Розуміння методів науки та вміння їх застосовувати на практиці робить знання учнів усвідомленими і дієвими. Проте при вивченні фізики в загальноосвітніх навчальних закладах методам фізики, на наш погляд, приділяють недостатню увагу. Це стосується і такого розділу, як кінематика.

Основна пряма задача механіки полягає у визначенні положення матеріальної точки (тіла) у просторі для будь-якого моменту часу. Кінематика розв'язує задачі без з'ясування причин того чи іншого виду руху. Для опису руху матеріальної точки в кінематиці

застосовуються три способи: векторний, координатний і натуральний.

У векторному способі положення матеріальної точки визначається її радіусом-вектором \vec{r} , який провідиться з деякої нерухомої точки вибраної системи відліку. Знаючи закон руху матеріальної точки, тобто залежність радіуса-вектора від часу $\vec{r}(t)$, можна знайти її положення в просторі для будь-якого моменту часу. Знання закону руху дає можливість знайти і інші характеристики руху тіла, зокрема залежність швидкості і прискорення від часу $\vec{v}(t)$ і $\vec{a}(t)$. Кінематика розв'язує і обернену задачу — знаходження залежності $\vec{v}(t)$ і $\vec{r}(t)$ за відомою залежністю прискорення від

часу $\vec{a}(t)$. Для розв'язання цієї задачі потрібно знати початкові умови, тобто початкове положення і початкову швидкість тіла.

В загальноосвітніх школах векторний спосіб опису руху тіла реалізується через поняття переміщення, яке дорівнює зміні радіуса-вектора: $\vec{S} = \Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$.

Векторна система позначень у фізиці є компактною, закони фізики виражаються через векторні величини у простій формі, формулювання фізичних законів у векторній формі не залежить від способу вибору координат. Проте вираження фізичних законів у векторній формі викликає певні труднощі для розуміння їх учнями. Хоч закони фізики виражають у векторній формі, але при розв'язуванні задач переважно оперують з певною системою координат.

При координатному способі опису руху матеріальної точки з вибраним тілом відліку зв'язують певну систему координат і положення точки в просторі виражають через її координати. Координати точки є проєкціями радіуса-вектора на відповідні координатні осі. Якщо відомі залежності координат від часу $x(t)$, $y(t)$ і $z(t)$, то відомий і закон руху тіла, а, отже, можна знайти його положення у просторі для будь-якого моменту часу та інші його характеристики, зокрема швидкість і прискорення. Обернену задачу кінематики у цьому випадку розв'язують аналогічно до розв'язку такої задачі при векторному способі опису руху тіла.

Натуральний спосіб опису руху матеріальної точки використовують тоді, коли траєкторія її руху відома наперед. Положення точки задають його криволінійною координатою. Всі три способи опису руху тіла рівноправні, від одного з них можна перейти до будь-якого іншого.

В законі (рівнянні) руху матеріальної точки, заданому тим чи іншим способом міститься вся інформація про рух, її тільки треба вміти здобути. Отже, при розв'язуванні задач, перш за все, потрібно знайти закони руху тіла, а потім уже з них одержувати ті відомості, які вимагає запитання задачі.

Далі ми будемо розглядати лише прямолінійні рівномірні та рівноприскорені рухи. Для їх опису використовують такі векторні величини як переміщення, швидкість, прискорення. Рівняння цих рухів у векторній формі мають вигляд: $\vec{S} = \vec{v}t$ і $\vec{S} = \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$.

Як зазначалось, при розв'язуванні задач користуються певною системою координат, тобто рівняння рухів тіл записують у координатній формі. Для цих видів рухів залежності координат від часу будуть: $x = x_0 + v_x t$ і

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Власне кажучи, запис законів руху тіла у вигляді залежності їх координат від часу і становить суть координатного методу розв'язування задач з кінематики. Зауважимо, що для прямолінійних рухів при відповідному виборі початку координат і напрямку координатної осі другий і третій способи опису співпадають, а проєкція радіуса-вектора дорівнює координаті тіла.

За нашими спостереженнями координатний метод розв'язування задач з кінематики ще не став загальноновживаним методом. Учні в більшості розв'язують задачі без чіткого вибору відліку і системи координат та відчують значні утруднення при відшукуванні шляху розв'язку задач, особливо складніших.

Координатний метод розв'язування задач є універсальним, його можна застосувати практично до всіх задач, він має низку позитивних якостей. При його застосуванні чітко прослідковується векторний характер таких фізичних величин як переміщення, швидкість і прискорення, процес розв'язування задач значною мірою можна алгоритмізувати, але головне в то-

му, що він є тим інструментом, тим ключем, що дозволяє знайти шлях розв'язку задач. Крім того, цей метод використовується і при вивченні наступних розділів фізики, зокрема русі тіл в однорідному полі тяжіння та заряджених частинок в однорідному електричному полі.

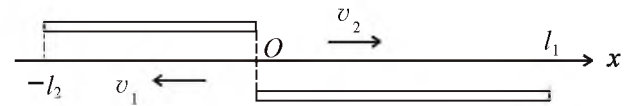
Розглянемо застосування координатного методу для розв'язування деяких конкретних задач.

Задача 1. Двома паралельними коліями назустріч один одному рухається товарний поїзд довжиною 800 м з швидкістю 15 м/с і пасажирський довжиною 120 м з швидкістю 20 м/с. Протягом якого часу поїзди роз'їдуться?

$$\text{Дано: } l_1 = 800 \text{ м; } v_1 = 15 \text{ м/с; } l_2 = 120 \text{ м; } v_2 = 20 \text{ м/с.}$$

$$t - ?$$

Розв'язування. Час, протягом якого поїзди роз'їдуться, це проміжок часу від моменту зустрічі голів поїздів до того моменту, коли зрівняються їх хвости. Розв'яжемо задачу в системі відліку, зв'язаній із Землею. Додатній напрям осі координат виберемо за напрямом швидкості пасажирського поїзда, початок координат в місці зустрічі голів поїздів, за початок відліку часу виберемо момент зустрічі голів поїздів. Запишемо закони руху хвостів поїздів, попередньо виконавши малюнок (мал. 1).

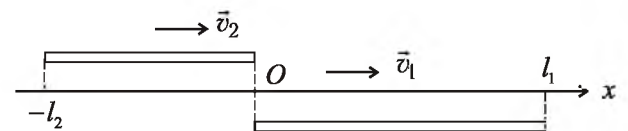


Мал. 1.

$x_1 = l_1 - v_1 t$; $x_2 = -l_2 + v_2 t$. Шуканий час знайдемо, якщо прирівняємо координати хвостів поїздів $x_1 = x_2$. Тоді: $l_1 - v_1 t = -l_2 + v_2 t$. Звідси

$$t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 + v_2} = 30 \text{ с.}$$

Розв'яжемо тепер задачу в системі відліку, зв'язаній з одним із поїздів, наприклад, товарним. У цій системі відліку Земля буде рухомою системою відліку, її швидкість відносно товарного поїзда показана на мал. 2.



Мал. 2.

За правилом додавання швидкостей проєкція швидкості пасажирського поїзда на вісь OX відносно товарного буде $v_1 + v_2$. Координата хвоста товарного поїзда $x_1 = l_1$ не змінюється, а хвоста пасажирського $x_2 = -l_2 + (v_1 + v_2)t$.

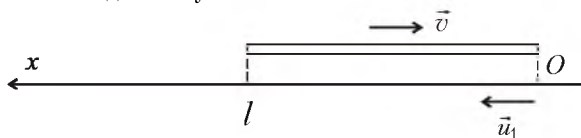
У момент роз'їзду поїздів $x_1 = x_2$ або $l_1 = -l_2 + (v_1 + v_2)t$. Звідси $t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 + v_2} = 30 \text{ с.}$

Відповідь: $t = 30 \text{ с.}$

Задача 2. Спортсмени біжать колоною довжиною l з швидкістю v . Назустріч їм біжить тренер з швидкістю $u < v$. Кожен спортсмен, порівнявшись з тренером, повертається і біжить назад з тією ж за модулем швидкістю. Яка буде довжина колони, коли всі спортсмени розвернуться?

Розв'язування. Систему відліку зв'яжемо з Землею. Довжина колони після розвертання l буде дорівнювати різниці координат її початку і хвоста. Додатній напрям осі X виберемо за напрямком швидкості тренера, за початок координат візьмемо точку зустрічі

тренера з головою колони (мал. 3), з цього ж моменту почнемо відлік часу.



Мал. 3

Запишемо залежності координат тренера, голови і хвоста колони від часу: $x_T = ut$; $x_G = vt$; $x_X = l - vt$.

Визначимо, через який час колона спортсменів розвернеться. У цей момент часу координати тренера і хвоста колони будуть однакові $x_T = x_X$; $ut = l - vt$.

$$\text{Звідси } t = \frac{l}{v+u}.$$

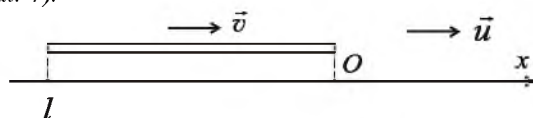
Координати голови і хвоста колони в цей момент будуть:

$$x_G = \frac{l}{v+u}; \quad x_X = l - v \cdot \frac{l}{v+u}.$$

Довжина колони після розвертання буде:

$$l' = x_G - x_X = v \cdot \frac{l}{v+u} - \left(l - v \cdot \frac{l}{v+u} \right) = l \cdot \frac{v-u}{v+u}.$$

Розв'яжемо задачу у системі відліку, зв'язаній з тренером. Тепер Земля буде рухомою системою відліку і буде рухатись відносно тренера з швидкістю u (мал. 4).



Мал. 4

Час будемо відлічувати з моменту зустрічі голови колони з тренером. Запишемо закон руху хвоста колони: $x_X = l - (v+u)t$.

Коли хвіст колони зрівняється з тренером, його координата стане рівною нулю. Отже, $0 = l - (v+u)t$.

$$\text{Звідси час розвертання колони буде } t = \frac{l}{v+u}.$$

Координата голови колони в цей момент часу буде $x_G = (v-u)t$. Отже:

$$l' = (v-u) \cdot t = (v-u) \cdot \frac{l}{v+u} = l \cdot \frac{v-u}{v+u}.$$

$$\text{Відповідь: } l' = l \cdot \frac{v-u}{v+u}.$$

Задача 3. Пропливаючи під мостом проти течії річки, плавець загубив шапочку. Виявивши пропажу через 10 хв, він повернувся назад і підібрав шапочку на відстані 1 км нижче мосту. Визначити швидкість течії річки.

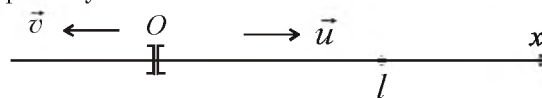
$$\text{Дано: } t_1 = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}; \quad l = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м.}$$

$$u = ?$$

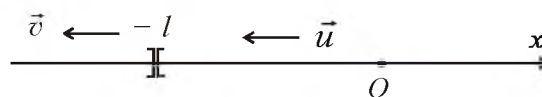
Розв'язування. Позначимо час руху плавця t , а його швидкість відносно води \vec{v} . Зв'яжемо систему відліку з Землею, вісь X направимо за напрямком швидкості води, за початок координат візьмемо міст (мал. 5). Запишемо закон руху для шапочки $x_m = ut$, а потім для плавця. Спочатку протягом часу t_1 , координата плавця зменшувалась з швидкістю $-v+u$, а потім почала збільшуватись з швидкістю $v+u$, тому можна записати $x_m = -(v+u)t_1 + (v+u)(t-t_1)$. Через час t координати шапочки і плавця зрівняються і стануть рівними l . Прирівняємо праві частини $ut = -(v+u)t_1 + (v+u)(t-t_1)$. Розкриємо дужки: $ut = -vt_1 + ut_1 + vt - vt_1 + ut - ut_1$. Після спрощень одержимо: $t = 2t_1$. Це означає, що весь час руху плавця вдвоє більший від часу руху проти течії, а час руху за течією дорівнює часу руху проти течії.

Оскільки координата шапочки через час $t = 2t_1$ дорівнює l , то з рівняння $l = u \cdot 2t_1$, знаходимо швидкість течії річки $u = \frac{l}{2t_1} \approx 0,63 \text{ м/с}$.

Розглянемо розв'язок задачі в системі відліку, зв'язаній з шапочкою. Тоді міст буде віддалятися від шапочки з швидкістю \vec{u} і через час t його координата стане рівною $-l$. Координата плавця через цей час стане рівною нулю.



Мал. 5



Мал. 6

Враховуючи вищесказане можна записати:

$$-l = -ut; \quad 0 = -vt_1 + v(t-t_1).$$

$$\text{З цих рівнянь одержимо: } u = \frac{l}{2t_1}.$$

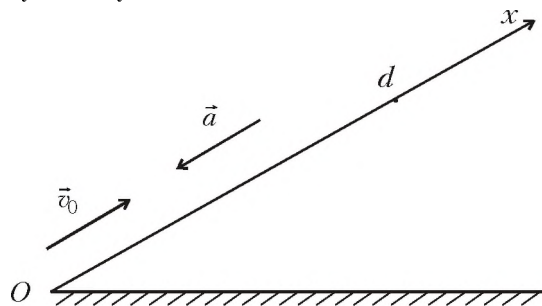
Відповідь: $u \approx 0,63 \text{ м/с}$.

Задача 4. Кульку штовхнули по похилому жолобу знизу вгору. На відстані 60 см від початку руху кулька побувала двічі: через 1 с і 3 с. Знайти початкову швидкість, прискорення кульки та шлях, пройдений кулькою за 3 с.

$$\text{Дано: } d = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}; \quad t_1 = 1 \text{ с}; \quad t_2 = 3 \text{ с.}$$

$$v_0 = ? \quad a = ? \quad l = ?$$

Розв'язування. Вісь Ox направимо вздовж жолоба вгору і покажемо напрям прискорення і початкової швидкості (мал. 7). Напрямок прискорення кульки під час її руху не змінюється, тому модуль швидкості кульки спочатку зменшується, досягає нуля, а потім знову збільшується.



Мал. 7

$$\text{Запишемо закон руху кульки: } x = v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$

Підставимо числові значення відомих величин у це рівняння для двох значень часу. Одержимо:

$$0,6 = v_0 \cdot 1 - \frac{a1^2}{2}; \quad 0,6 = v_0 \cdot 3 - \frac{a3^2}{2}.$$

Розв'язавши систему двох рівнянь, одержимо: $v_0 = 0,8 \text{ м/с}$, $a = 0,4 \text{ м/с}^2$.

Кулька за час руху змінює напрям швидкості, тому шлях, який вона пройде, буде дорівнювати сумі шляхів при русі вгору і при русі вниз. Шлях, пройдений кулькою при русі вгору буде дорівнювати її максимальній координаті, а при русі вниз — різниці максимальної координати і d :

$$l = x_m + (x_m - d) = 2x_m - d.$$

Максимальну координату кульки буде мати тоді, коли її швидкість дорівнюватиме нулю. Оскільки $v = v_0 - at$, то поклавши $v = 0$ знайдемо час підніман-

ня кульки $t_{\text{п}} = \frac{v_0}{a}$. Тоді $x_m = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{a \cdot v_0^2}{2a^2} = \frac{v_0^2}{2a}$.

Остаточо: $l = \frac{2 \cdot v_0^2}{2a^2} - d = \frac{v_0^2}{a} - d = 1 \text{ м}$.

Відповідь: $v_0 = 0,8 \text{ м/с}$; $a = 0,4 \text{ м/с}^2$; $l = 1 \text{ м}$.

Список використаних джерел

1. Гончаренко С.У. Фізика: Методи розв'язування задач. — К.: Либідь, 1995. — 128 с.

2. Задачи по физике: Учебное пособие / И.И.Воробьев, П.И.Зубков, Г.А.Кутузов и др.; под ред. О.Я.Савченко. — 2-е изд., перераб. — М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит. 1988. — 416 с.
3. Иродов И.Е. Основные законы механики. Учебное пособие для вузов. — М., "Высшая школа", 1975. — 256 с.
4. Розв'язування задач з фізики: Практикум. За заг. ред. Є.В.Коршака. — К.: Вища шк., 1986. — 312 с.

Іваницький О.І.

Запорізький державний університет

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ АКМЕОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

Статтю присвячено розробці теоретико-методичних основ підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання в середній школі.

The is article to the development of the theoretic-methodical bases of preparing a future of Physics' teacher for the instituting of innovative technologies into the process of study in Secondary School.

Варіативність форм, методів і засобів навчання, узгоджене поєднання яких і створює технологію навчання, по-перше, вимагає забезпечення прогностичного характеру підготовки вчителя фізики, по-друге, породжує досить широку її варіативність. Тому у статті розглядається проблема спеціальної підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження сучасних технологій навчання. Вирішення цієї проблеми ґрунтувалося на акмеологічній концепції професійної освіти Н.Кузьміної та її послідовників [4; 6] та теорії контекстного навчання А.А.Вербицького [3]. У методиці навчання фізики до досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, насамперед можна віднести праці А.Т.Цветкової зі створення акмеологічного інструментарію для експериментального дослідження фахової компетентності студентів-фізиків і статті І.Т.Богданова та О.В.Сергєєва, присвячені обґрунтуванню акмеологічного принципу підготовки майбутніх фахівців [7; 1; 2]. Проте ці праці, вирішуючи широке коло проблем підготовки майбутнього вчителя фізики, лише дотично стосуються названої проблеми. Тому мета дослідження полягала у визначенні й обґрунтуванні теоретико-методичних основ акмеологічної підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання у середній школі.

Реалізація мети ґрунтувалася на практичному втіленні принципів фахового навчання студентів, уособленням яких стало проєктування цілей, змісту і технологій інтегративного професійного навчання студентів з позицій підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання у середній школі. Це проєктування ґрунтувалося на праксеологічному принципі професійного навчання. Практико-педагогічний принцип полягає в ефективному функціонуванні професійної освіти на основі прагматичного пріоритетного вирішення практичних завдань, пов'язаних з набуттям майбутньої спеціальності вчителя фізики і визначає практичні цілі фахового інтегративного навчання студентів-фізиків:

- ◆ глибоке узагальнююче вивчення психолого-педагогічних основ інноваційних технологій навчання фізики в середній школі;
- ◆ формування системи професійних знань і умінь майбутнього вчителя фізики, що забезпечує проєктування і практичну реалізацію інноваційних технологій навчання;
- ◆ формування технологічного мислення і розвитку технологічних здібностей студентів;

- ◆ розвиток пізнавального інтересу до методики навчання фізики, зумовлений професійною мотивацією контекстності підготовки майбутнього вчителя фізики;
- ◆ посилення інтегративності та практичної спрямованості спеціальної фахової підготовки майбутнього вчителя фізики шляхом застосування контекстних завдань, безпосередньо пов'язаних з майбутнім фахом студентів;
- ◆ формування авторської системи діяльності (АСД) майбутнього вчителя фізики.

Отже, запропонований нами праксеологічний принцип є синтезом групи принципів: професійної мотивації, міжпредметних зв'язків, наступності знань тощо і відкидає ідеологічну та політичну заангажованість процесу підготовки саме майбутнього вчителя фізики.

Послідовна реалізація праксеологічного принципу навчання студентів викликала перегляд програми, змісту і структури курсу "Методика навчання фізики" та розробки спеціальних навчальних технологій, які ми назвали акмеологічними. Суттєвою особливістю цих технологій є наповнення їх процесуальної складової завданнями та діяльністю студентів у контексті їх майбутньої професії.

Акмеологія (від давньогрецького — *akme* — найвища точка, розквіт, зрілість, найкраща пора) — нова міждисциплінарна галузь знань у системі наук про людину. Вона досліджує цілісну людину як суб'єкт творчої, навчально-пізнавальної, професійної (зокрема викладацької) і управлінської діяльності [3].

Акмеологічна технологія навчання — це системний метод навчання майбутніх спеціалістів проєктуванню, створенню і частковій перевірці високопродуктивних моделей *авторських систем діяльності* (АСД).

Акмеологічна технологія професійного навчання (АТПО) — сукупність науково обґрунтованих і перевічених на практиці методів, форм і засобів, за допомогою яких викладач продуктивно розв'язує акмеологічні завдання навчання, виховання і розвитку особи людини зрілого віку, що сприяє її самовдосконаленню і професійному становленню [4].

Акмеологічні технології навчання мають свою специфіку і відрізняються від задіяних у середній школі технологій насамперед орієнтацією на зрілу людину, яка володіє більш вираженою мотивацією до власного навчання і розвитку. Ця мотивація підкріплюється свідомим вибором галузі власного професійного і особис-