

## МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПОЛОЖЕНЬ НАВЧАННЯ ПРО СИМЕТРІЮ В ЗАГАЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НЕФІЗИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

*У статті розглядається доцільність запровадження методики навчання із загального курсу фізики в процесі вивчення фундаментального поняття симетрії у вищих навчальних закладах для студентів нефізичних спеціальностей, що дозволяє активізувати пізнавально-пошукову діяльність учнів у процесі вивчення фізики.*

**Ключові слова:** загальний курс фізики, симетрія, кінематика, абсолютний рух, оборотність процесів.

**Постановка проблеми.** Пріоритетними напрямками реформування вищої освіти, згідно Закону України про "Вищу освіту" [10] є оновлення змісту базової методичної підготовки; запровадження ефективних інноваційних технологій; створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення вищої школи. Особливого значення для підвищення наукового рівня підготовки студентів із загального курсу фізики набуває фундаменталізація освіти у вищих технічних навчальних закладах.

Фундаментальна теоретична та практична підготовка розширює професійний кругозір студентів, зокрема майбутнього авіаційного спеціаліста, дозволяє цілісно бачити будь-яку навчальну чи наукову проблему, знаходити її оптимальний розв'язок. Ґрунтовні знання з фізики допомагають студентові визначати стратегію й тактику практичних дій при розв'язанні технічних завдань, переводити теоретичні ідеї у площину практичних дій, озброюють ефективними способами самопідготовки та самоконтролю у навчальному процесі із загального курсу фізики.

Фундаментальне поняття (від лат. *fundamentum* – основа) – категорія науки, що доведена експериментально і теоретично, і на основі якої розвиваються нові напрямки в науці, зокрема в фізиці [11].

Кульчицький В.І. пропонує до фундаментальних фізичних понять віднести такі, що [11]:

- 1) відображають фундаментальні властивості природи і одночасно є універсальними засобами пізнання (симетрія, невизначеність, відносність, імовірність);
- 2) несуть інформацію про основні властивості матерії (поле, фотон, фізичний вакуум, фундаментальні взаємодії, фундаментальні частинки, фундаментальні константи);
- 3) належать до природничо-наукових категорій (енергія, імпульс, момент імпульсу, маса, заряд).

Виходячи з таких властивостей фундаментальних понять актуальною, на наш погляд, є проблема розробки методики навчання із загального курсу фізики для вищих навчальних закладів, у якій фундаментальні фізичні поняття, зокрема симетрія, займали б у навчальному процесі з фізики важливе місце при вивченні різних фізичних теорій.

Для відображення сучасного рівня розвитку загального курсу фізики з врахуванням сучасних тенденцій у її викладанні у вищих навчальних закладах, на нашу думку, потрібно акцентувати увагу на застосуванні загальних фундаментальних ідей і принципів фізики. При цьому викладання матеріалу з загального курсу фізики даватиме не тільки глибокі відомості з даного розділу, але й подані відповідним чином такі факти із теорії загального курсу фізики, що процес вивчення матеріалу буде активно впливати на формування наукового способу мислення студентів та оволодіння ними мовою фізики, що відображає сучасний стан фізичної науки.

**Аналіз досліджень.** Основні ідеї, засади, теорії тощо, на основі синтезу яких вибудовується сучасна концепція фізичної освіти, зароджені, розроблені та впроваджені в результаті науково-пошукової діяльності як вітчизняних (О.І. Бугайов, С.П. Величко, В.П. Вовкотруб, С.У. Гончаренко, А.М. Гуржій, Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, А.І. Павленко, М.І. Садовий, О.В. Сергєєв, М.І. Шут та ін.), так і зарубіжних (Г.М. Голін, Ю.І. Дік, В.О. Ізвозчиков, С.Ю. Каменецький, В.В. Мултановский, В.Г. Розумовський, А.В. Усова та ін.) дослідників.

Проблеми вивчення фізики у вищих навчальних закладах знайшли відображення в докторських дисертаціях Г.Ф. Бушка, О.М. Малініна, В.В. Сагарди, Б.А. Суся та ін.

Поняття симетрії розглядали в роботах В.С. Готта, Ф.М. Землянського, світоглядні питання в контексті теорії симетрії розглянуті Р.М. Ганієвим [8], проблемі симетрії у фізиці присвячені роботи

Дж. Еліота, П. Добера [9], Дж. Бірман [3] розглядав просторову симетрію та оптичні властивості твердих тіл, Г.Л. Бір та Г.Е. Пікус висвітлили в монографії [2] симетрію в деформаційних ефектах в напівпровідниках, Е. Вігнер відзначав в своїх роботах найважливіші проблеми філософського і природничо-наукового характеру, пов'язані з симетрією та теорію груп [6; 7], М.І. Садовий [14] розглядав симетрії елементарних частинок, Н.В. Подопрігора [13], Р. Нокс та А. Голд [15] проаналізували симетрію у фізиці твердого тіла, а також теорію груп розглядали в своїх роботах С. Багавантам [1], Б.Л. Ван дер Варден [5] та ін.

**Мета статті** полягає в розкритті запровадження методики навчання загального курсу фізики з використанням фундаментального поняття – симетрії.

Виділимо деякі положення навчання про симетрію в загальному курсі фізики у вищих навчальних закладах для студентів нефізичних спеціальностей:

1) Студенти повинні зрозуміти, що фізичні об'єкти – це складніші утворення, ніж математичні, але між ними є спільні риси. Звернемо увагу на те, що зовнішня форма фізичних тіл не може бути як правильною, так і неправильною. Правильність форми пов'язана з тим, що частини тіл відтворюються правильними геометричними тілами, тобто елементами симетрії.

Поняття симетрії може бути застосовано і до моделей фізичних процесів, до фізичних понять. Якщо розглядати питання про вагу тіла, то тіло знаходиться в стані рівноваги, а тому рівнодійна всіх діючих на тіло сил рівна нулеві. В цьому випадку на тіло діють лише дві сили: сила тяжіння і сила пружності пружини. Тому ця система сил є симетричною системою відносно осі:  $F_n = -F_T$ .

2) Вивчення принципу симетрії Кюрі. Спочатку виробляється уявлення про складну фізичну систему і середовище. Використовується лише те середовище, у якому густина, температура та тиск в усіх точках будуть однаковими. За цими ознаками кожна точка середовища нічим не відрізняється від іншої, тому вони симетричні між собою. Таке середовище називається *однорідним*. Вказується, що кожна точка такого середовища є точкою перетину безлічі осей симетрії, а тому є центром симетрії.

3) Вміння виконувати перетворення симетрії фізичних об'єктів формується в студентів разом з виробленням уявлення про те, що фізичні тіла характеризуються як геометричними перетвореннями симетрії, так і специфічними перетвореннями.

4) Важливим елементом для вивчення поняття симетрії є розгляд структури речовини. Відомості про структуру речовини студенти отримують ще в шкільному курсі фізики, де вводяться моделі будови твердого, рідкого і газового стану речовини. Розглядаючи структуру речовини потрібно звернути увагу на склад системи, які сили взаємодіють між частинками, взаємне просторове розміщення і характер руху частинок.

Вивчаючи дану тему використовуються ідеї симетрії. Після вивчення різниці між твердим тілом, рідиною і газом згідно таких ознак, як об'єм, форма, твердість, текучість, звертається увага на кристалічні тіла, що характеризуються правильною зовнішньою формою: ребра-відрізки прямих, грані плоскі многокутники. Правильність зовнішньої форми кристалів обумовлена її симетрією.

Якщо використати моделі з кольорового пластиліну уявлення про просторове розміщення частинок доводиться до конкретних наочних образів, показується, що характер просторового розміщення частинок визначає зовнішню форму кристалів. Дається уявлення про щільне пакування частинок і про строгий порядок в їх розміщенні. За допомогою моделей показується зміна структури речовини при плавленні (порушення порядку, поява додаткового вільного об'єму, зникнення симетрії розміщення частинок).

Крім цього, широко використовується евристична функція вчення про симетрію та інші його застосування в навчанні з загального курсу фізики. Ця робота спирається на такі положення:

1) в основу застосування ідей вчення про симетрію розглядається загальне означення симетрії (*симетрія – це збереження фізичними об'єктами своїх властивостей при виконанні над ним відповідних перетворень*);

2) принцип симетрії Кюрі – це принцип суперпозиції геометричних елементів симетрії. Він дає змогу швидко відшукати сукупність елементів симетрії складної фізичної системи;

3) принцип симетрії використовується як методичний прийом, що допомагає одержати висновки про фізичні властивості систем зручним способом;

4) ідеї симетрії є предметом вивчення в курсі загальної фізики (оборотність фізичних процесів, симетрії простору-часу, симетрія ІСВ, симетрія частинок і античастинок та ін.);

5) положення симетрії використовуються для повного розкриття деяких фізичних понять (принцип відносності Галілея-Ейнштейна, поняття простору-часу, природний та поляризований промені та ін.).

Положення вчення про симетрію запроваджується при вивченні таких питань загального курсу фізики, що відображені в навчальній робочій програмі [12]:

1) Властивості простору і часу. Однорідність і ізотропність простору і однорідність часу як симетрії простору і часу. Операції симетрії – переноси в просторі і часі, повороти на довільний кут.

2) Принцип відносності Галілея – механічна симетрія всіх ІСВ. Перетворення симетрії – перетворення Галілея, що описують рівномірний і прямолінійний рух.

3) Застосування принципу симетрії Кюрі в різних питаннях.

4) Оборотноість механічних процесів. Операція симетрії – зміна напрямку протікання процесів, тобто зміна знаку часу в рівняннях механічних процесів.

У темах "Простір і час у фізиці", "Кінематика класичної частинки" [12] вводяться поняття про простір і час, дається загальне означення руху і механічного руху. Показується, що рух абсолютний, а його певні характеристики відносні. Відзначимо, що простір, час і рух пов'язані між собою найтісніше. Ввівши поняття системи відліку, показують, що дослідження різних процесів, розв'язування задач розпочинаються з встановлення системи відліку. Дотримання цього правила сприяє більшому вивченню ідей відносності, розширює уявлення про роль простору і часу, готує студентів до сприйняття ідей СТВ.

Потім вводяться поняття про симетрії простору і часу – однорідність і ізотропність. Слід запропонувати та розглянути запитання: Чи відрізняються між собою різні точки простору, різні моменти часу? Показується, що при однакових зовнішніх умовах різні точки простору еквівалентні між собою в тому розумінні, що поведінка механічних об'єктів в різних точках однакова. Дається означення однорідності простору. Однорідність – це симетрія простору. Операцією симетрії є перенесення, трансляція, транслювати можна як тіло, так і систему відліку, в якій воно описується. Роз'яснюють, що означає ізотропність простору та звертають увагу на операції симетрії, наприклад, як поворот на довільний кут.

Однорідність часу вводять і роз'яснюють на основі того, що всі моменти часу рівноправні, симетричні. Показують, що плин часу не впливає на механічні процеси, якщо не змінюються зовнішні умови. Відповідна операція симетрії – трансляція в часі. Звертається увага на зв'язок симетрій простору і часу з висновком про те, що абсолютних простору і часу не існує.

Усі характеристики руху слід поділити на дві групи: абсолютні і відносні. Наприкінці теми розв'язують задачі та підводять підсумки:

1) Рух абсолютний, бо в світі немає нічого, крім рухомої матерії. Рух відносний, тобто залежить від вибору системи відліку.

2) У кінематиці всі системи відліку рівноправні, що є проявом симетрій простору-часу.

3) Додавання переміщень, швидкостей – це перерахунок параметрів руху від однієї системи відліку до іншої. Одні кінематичні величини при цьому не змінюються, інші змінюються.

4) Відносність механічного руху проявляється і при використанні обертових систем.

У темах "Динаміка вільної частинки", "Рух частинки під дією зовнішніх сил" [12], вивчаючи перший закон Ньютона, показують роль системи відліку в динаміці. Конкретизується і розширюється поняття симетрій простору і часу. Поняття ІСВ (інерціальної системи відліку) вводиться після вивчення I закону Ньютона. Розглядаються конкретні приклади ІСВ (Земля, Сонце, Зірки). Показується, що I закон механіки має самостійне значення. Це положення роз'яснюють, спираючись на такі факти:

1) I закон механіки виражає той факт, що нормальним станом тіла є рух. Спокій існує лише в кількох ІСВ, в останніх воно рухається, навіть тоді, коли зовнішні сили не діють чи скомпенсовані.

2) Рух відбувається в просторі і часі, властивості яких проявляються в законах руху. Простір і час самі по собі не можуть змінити швидкість тіла, коли воно позбавлено зовнішніх впливів або коли ці впливи скомпенсовані.

3) Симетрії простору і часу – це властивості простору і часу, встановлені на основі великої кількості спостережень та дослідів.

Закріплення цього матеріалу слід провести у формі бесіди, поставивши студентам запитання:

1) По горизонтальній площині котиться кулька, на яку діють сили тяжіння, опір середовища, реакція поверхні та тертя. Які з цих сил істотні, а які – не істотні?

2) Що називається інерціальною системою відліку? Навести приклади.

3) Які властивості часу і простору проявляються в першому законі Ньютона?

4) На абсолютно гладку поверхню поклали кулю. Коли її перекласти в іншу точку поверхні, то вона залишається в стані спокою. Чи можна сказати, що всі точки поверхні рівноправні, а плоский простір однорідний?

Вивчаючи другий закон Ньютона, знову звертають увагу студентів на прояв симетрії простору і часу:

а)  $\vec{F}$  і  $m\vec{a}$  – це величини різної фізичної природи, хоч вони і мають однакову розмірність. Рівність між ними в усіх випадках і означає, що це фізичний закон.

б) Коли сила  $\vec{F}$  залежить від часу, то й  $\vec{a}$  залежить від часу. Якщо ж  $\vec{F}$  від часу не залежить, то й  $\vec{a}$  від нього не залежить. Плин часу не впливає ні на величину  $\vec{a}$ , ні на величину  $\vec{F}$ . Тому рівність  $\vec{F} = m\vec{a}$  виконується в різні моменти часу. Це прояв однорідності часу.

в) напрям  $\vec{a}$  визначається лише напрямом  $\vec{F}$ . Отже, сам простір байдужий до того, як споріднені ці величини, він до їх величини і напрямку не причетний. Це прояв однорідності і ізотропності простору.

Вивчаючи тему "Динаміка вільної частинки", де розглядається поняття імпульсу та закони збереження імпульсу, слід звернути увагу на такий алгоритм розгляду даної теми:

- 1) відносність та абсолютність кінематичних величин;
- 2) існування інерціальних систем відліку;
- 3) механічний принцип відносності;
- 4) принцип відносності і симетрія ІСВ, симетрія механічних процесів.

Потрібно наголосити на тому, що механічний принцип відносності має обмежене застосування. Існує зв'язок між принципом відносності і характером та формою законів механіки. Розгляд поставлених питань, що розпочата в кінематиці, закінчується встановленням того, що закони механіки справедливі лише в специфічних системах відліку ІСВ. Спираючись на досвід і досліди, на властивості величин, що входять у формули законів механіки, встановлюють, що всі ці закони виконуються в системах "Земля", "Сонце", "Зірки" і в системах, що рухаються рівномірно і прямолінійно відносно них. Всі ці системи є також ІСВ.

Механічний принцип відносності формулюють в формі ствердження і в формі заперечення. Важливо його продемонструвати.

Роз'яснюють, що механічна рівноправність ІСВ означає тотожність законів механіки в них, підкреслює об'єктивний характер цих законів. Всі ІСВ є симетричними. Ця симетрія носить універсальний характер і є законом природи. В студентів може виникнути сумнів в повній симетрії всіх ІСВ, якщо розглянути вільне падіння у вагоні, що рухається рівномірно і прямолінійно, відносно нерухомої і рухомої систем. Показують, що в цих системах траєкторія руху тіла різна лише тому, що різні умови руху, які мають вигляд траєкторії залежить від вибору системи. Динамічно ж системи повністю симетричні, що й виражає істинні властивості ІСВ.

**Висновок.** В результаті проведених досліджень та вище зазначеного констатуємо те, що доцільність підпорядкування змісту навчального матеріалу із загального курсу фізики базується на фундаментальних поняттях, одним з яких є симетрія, яка розглядається в багатьох розділах курсу фізики. Відповідно ознайомлення та вивчення студентами даного поняття сприятиме формуванню сучасного наукового мислення, а також забезпечуватиме систематизацію знань з загального курсу фізики у ВНЗ та формуванню наукового світогляду.

**Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження** полягають в детальному аналізі поняття симетрії у процесі вивчення загального курсу фізики студентами у вищих технічних навчальних закладах і розробці методики навчання фізики з використанням даного поняття.

### Використані джерела

1. Багавантам С. Теория групп и ее применение к физическим проблемам / С. Багавантам, Т. Венкатарайуду. – М. : Иностран. лит-ра, 1959. – 301 с.
2. Бир Г.Л. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках / Г.Л. Бир, Г.Е. Пикус [Монография]. – М. : Наука, 1972. – 584 с.
3. Бирман Дж. Пространственная симметрия и оптические свойства твердых тел / Дж. Бирман; Соч. в 2-х т. – Т.1. – М. : Наука, 1978. – 387 с.
4. Будний Б.Є. Теоретичні основи формування в учнів системи фундаментальних фізичних понять: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теорія та методика навчання (фізика)" / Б.Є. Будний. – К., 1997. – 51 с.
5. Ван дер Варден Б.Л. Метод теории групп в квантовой механике / Б.Л. Ван дер Варден. – М. : Иностран. лит-ра, 1938. – 199 с.
6. Вигнер Е. Этюды о симметрии / Е. Вигнер. – М. : МИР, 1971. – 318 с.
7. Вигнер Э. Теория групп и ее приложения к квантово-механической теории атомных спектров / Э. Вигнер. – М. : Иностран. лит-ра, 1961. – 132.
8. Ганиев Р.М. Групповая симметрия в множестве мировоззренческих высказываний / Роберт Маликович Ганиев. – Владикавказ: Северо-Осетинский гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова, 2001. – 108 с.
9. Элиот Дж. Симметрия в физике / Дж. Элиот П. Добер; Соч. в 2-х т. – Т.1. – М. : Мир, 1983. – 364 с.
10. Закон України про вищу освіту від 01.07.2014 р. № 1556-VII.
11. Кульчицький В.І. Формування фундаментальних фізичних понять в учнів профільних класів у процесі вивчення електродинаміки : автореферат дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / В.І. Кульчицький. – К., 2010. – 20 с.

12. Робоча програма з дисципліни "Фізика" для курсантів за напрямком підготовки 6.07102 "Аеронавігація", професійного спрямування професійного спрямування "Аварійне обслуговування та безпека на авіаційному транспорті" / Укладач: О.С. Кузьменко. – Кіровоград : КЛА НАУ, 2015. – 23 с.
13. Подопригора Н.В. Фізика твердого тіла: навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів / Подопригора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград : ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2013. – 416 с.
14. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики: Навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. / М.І. Садовий, О.М. Трифонова – Кіровоград : Видавництво ПП "Каліч О.Г.", 2007. – 307 с.
15. Симметрия в твердом теле / Р. Нокс, А. Голд. – М. : Наука, 1970. – 424 с.

*Kuzmenko O., Borota V.*

#### METHOD OF STUDY OF STATUTES OF STUDIES ABOUT SYMMETRY IN FLAT RATE OF PHYSICS FOR STUDENTS OF UNPHYSICAL SPECIALITIES IN HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS

*By priority directions of reformation of higher education, in obedience to Law on "Higher education", there is an update of maintenance of base methodical preparation; introduction of effective innovative technologies; creation of the new system of the methodical and informative providing of higher school. The special value for the increase of scientific level of preparation of students from the flat rate of physics is acquired by fundamentalizaciya of education in higher educational establishments.*

*Fundamental theoretical and practical preparation extends the professional range of interests of students, allows integrally to see any educational or scientific problem, find it optimum decision. The detailed knowledges from a theory and method of studies of physics help a student to determine strategy and tactic of practical actions at the decision of didactics tasks, to translate theoretical ideas in the plane of practical actions, arm with the effective methods in teaching physics and self-control in an educational process from the flat rate of physics.*

*The issue of the day of development of method of studies from the flat rate of physics for higher educational establishments, in which fundamental physical concepts, in particular symmetry, would occupy in an educational process from physics important place in different physical theories, appears before us.*

*For the reflection of modern level of development of flat rate of physics taking into account modern tendencies in its teaching in higher educational establishments, to our opinion, it is needed to accent attention on application of general fundamental ideas and principles of physics. Thus teaching of material from the flat rate of physics will give not only deep information from this section but also such facts are given properly from the theory of flat rate of physics, that the process of study of material will actively influence on forming of scientific way of thinking of students and capture by them by the language of physics which represents the modern state of physical science.*

*The purpose of the article consists in opening of introduction of method of studies of flat rate of physics with the use of fundamental concept – symmetry.*

*The prospects of subsequent searches in the direction of research consist in the detailed analysis of concept of symmetry in the process of study of flat rate of physics by students in higher educational establishments and development of method of studies of physics with the use of this concept.*

**Key words:** *general course of physics, symmetry, kinematics, absolute motion, turnover processes.*

*Стаття надійшла до редакції 17.05.2016*