

УДК 37.03:53.02

**ВИВЧЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ ІЗ  
ВИКОРИСТАННЯМ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИМЕТРІЇ НА ОСНОВІ  
ФІЗИЧНОГО ТА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ВИЩИХ  
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ**

**кандидат педагогічних наук, доцент Кузьменко О.С.**

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету,  
Україна, Кіровоград

**кандидат педагогічних наук, Дембіцька С.В.**

Вінницький національний технічний університет, Україна, Вінниця

*У статті аналізується та розглядається поняття симетрії, яке покладене в основу сучасних фізичних теорій. Симетрія виявляє взаємозв'язок фізичних законів, спрощує розуміння складних процесів, що протікають у мікросвіті та розглядаються в фізиці. Метою статті є з'ясування особливостей вивчення поняття симетрії у процесі навчання фізики при використанні фізичного та комп'ютерного моделювання в умовах розвитку концепції STEM-освіти в ВНЗ технічного профілю.*

*Досліджено вплив сучасних засобів навчання в формуванні фундаментального фізичного поняття, як симетрія на основі навчального комплексу «L-мікро», який використовується в навчальному процесі з фізики з поєднанням комп'ютерних технологій, що активізуватиме та стимулюватиме самостійну пізнавально-пошукову діяльність студентів.*

*Перспективи подальших пошуків полягають у розробці ідеальних фізичних та комп'ютерних моделей фізичних процесів і явищ, з відокремленням властивостей симетрії, що значно підвищить якість засвоєння навчального матеріалу.*

*Ключові слова: симетрія, закони збереження, фізика, фізичне моделювання, комп'ютерне моделювання, фізичний практикум, STEM-освіта.*

*PhD in Pedagogic, Kuzmenko O.S., Study of fundamental physical concepts using the symmetry properties based on physical and computer modeling in higher education technical profile/Kirovohrad Flight Academy of National Aviation University, Ukraine, Kirovohrad*

*PhD in Pedagogic, Dembitskaya S.V. Study of fundamental physical concepts using the symmetry properties based on physical and computer modeling in higher education technical profile / Vynnytsky National Technical University, Ukraine, Vinnitsa*

*The article analyzed and considered the concept of symmetry, which laid the foundation of modern physical theories. Symmetry reveals the relationship of physical laws, simplifies the understanding of complex processes occurring in microcosm and considered in physics. The article aims to clarify the concept of symmetry study features in teaching physics using physical and computer modeling in the development of the concept of STEM-education institutions of technical profile.*

*The influence of modern education in the formation of the fundamental physical concepts as symmetry-based training set «L-micro» used in the classroom for physics combined with computer technology that will enhance and stimulate cognitive self-search activities of students.*

*Prospects for further research are in perfect physical and developing computer models of physical processes and phenomena of separation symmetry properties that greatly enhance the quality of learning.*

*Key words: symmetry, conservation laws, physics, physical simulations, computer modeling, physical workshop, STEM-education.*

**Вступ.** Актуальним завданням сучасної дидактики фізики є пошук ефективних шляхів і засобів для проведення теоретичних досліджень у процесі навчання фізико-математичних дисциплін.

Серед багатьох методів наукового пізнання особливе місце посідає метод моделювання – заміни вивчення явища в натурі вивченням аналогічного явища на моделі. Основний зміст моделювання полягає в тому, щоб за результатами

дослідів із моделями одержати необхідну інформацію про досліджуваний об'єкт, безпосереднє вивчення якого є неможливим.

Актуальність статті зумовлена пошуками способів і методів викладання, які задовільняють сучасні вимоги розвитку концепції STEM-освіти. В Україні 22 червня 2015 року в Міністерстві освіти та науки України відбувся круглий стіл, присвячений розвитку STEM-освіти, де були присутні представники провідних установ, ініціатив, проектів у сфері освіти всіх рівнів, а також було створено робочу групу з питань впровадження STEM-освіти в Україні згідно наказу МОН України від 29.02.2016 № 188.

Рівень сформованості знань в студентів з фізики визначається засвоєнням фундаментальних фізичних понять, законів, теорії та принципів. На даному етапі розвитку фізичної освіти, особливо актуальні питання, пов'язані з теорією симетрії в сучасних фізичних теоріях, заснованих на об'єднанні фундаментальних взаємодій.

На нашу думку доцільно під час вивчення загального курсу фізики варто сформулювати у студентів цілісне уявлення про дану науку на основі вивчення фундаментальних понять симетрії та принципів симетрії з використанням фізичного та комп'ютерного моделювання, що дозволяє перевірити істинність теоретичних положень у процесі вивчення загального курсу фізики.

**Формулювання мети статті та завдань.** Метою статті є з'ясування особливостей вивчення поняття симетрії у процесі навчання фізики при використанні фізичного та комп'ютерного моделювання в умовах розвитку концепції STEM-освіти в ВНЗ технічного профілю.

Основу методики навчання фізики у вищій школі досліджували О.І. Бугайов, П.С. Атаманчук, С.П. Величко, В.П. Вовкотруб, С.У. Гончаренко, І.М. Кучерук, М.Т. Мартинюк, М.І. Садовий, Б.А. Сусь, М.І. Шут та ін.

Пошуки найефективнішого використання комп'ютерного моделювання висвітлено в роботах Л.І. Анциферова, Г.А. Бордовського, С.П. Величка, Ю.О. Жука, І.В. Роберта, А.М. Слуцького та ін. Аналіз наукових робіт цих авторів свідчить, що впровадження комп'ютерного моделювання в практику

навчання фізики є однією з форм підвищення ефективності навчального процесу.

Проблемі симетрії у фізиці присвячені роботи Дж. Еліота, П. Добера [4], І.С. Дмитрієв розглядав симетрію в квантовій хімії [3], В.В. Мултановського, який розглядає симетрію у класичній механіці [8], І.З. Ковальова (розгляд симетрії в курсі фізики в середній школі) [6], геометричні перетворення симетрії розглядав М.М. Мурач [8], Е. Вігнер відзначав в своїх роботах найважливіші проблеми філософського і природничо-наукового характеру, пов'язані з симетрією [2], М.І. Садовий розглядав в своїх роботах симетрію мікрочастинок [14].

Основними завданнями статті є: 1) аналіз наукової літератури з теми дослідження; 2) визначення суті та особливостей використання фізичного та комп'ютерного моделювання у процесі вивчення поняття симетрії студентами ВНЗ технічного профілю.

**Виклад основного матеріалу статті.** Фундаментальне поняття (від лат. *fundamentum* – основа) – категорія науки, що доведена експериментально і теоретично, і на основі якої розвиваються нові напрямки в науці. У процесі вивчення загального курсу фізики розглядаються такі фундаментальні фізичні поняття: 1) такі, що відображають фундаментальні властивості природи і є універсальними засобами пізнання (симетрія, невизначеність, відносність, імовірність); 2) такі, що несуть інформацію про основні властивості матерії (поле, фотон, фізичний вакуум, фундаментальні взаємодії, фундаментальні частинки, фундаментальні константи); 3) такі, що належать до природничо-наукових категорій (енергія, імпульс, момент імпульсу, маса, заряд).

У процесі вивчення загального курсу фізики студентами на першому курсі навчання в ВНЗ, доцільно розглядати поняття симетрії.

*Симетрія* (від грец. *συμμετρέιν* – міряти разом) – властивість об'єкта відтворювати себе при певних трансформаціях, які називаються операціями симетрії [12].

Поняття симетрії відіграє велику роль у фізиці. Перш за все слід відзначити просторову симетрію, якою можуть характеризуватися фізичні об'єкти. Слід розрізняти симетрію трансляції, симетрію дзеркального відображення, симетрію поворотів, гвинтову симетрію тощо. Особливим видом симетрії є *ізотропність* – незалежність властивостей фізичної системи від напрямку, *однорідність* – незалежність властивостей фізичної системи від точки простору [7].

Специфічним для фізики видом симетрії є інваріантність фізичних законів щодо вибору системи відліку, яка лежить в основі теорії відносності. Іншим видом симетрії, який зустрічається в фізиці є симетрія заміни напрямку координатних осей, що лежить в основі принципу парності.

Симетрія властивостей квантово-механічної системи щодо перестановки частинок місцями лежить в основі принципу нерозривності частинок. Для багатьох фізичних систем характерні свої особливі приховані типи симетрії. У фізиці елементарних частинок – калібрувальна інваріантність – симетрія частинок відносно певного типу перетворень, завдяки якій можна встановити внутрішню структуру у великій кількості відкритих фізиками елементарних частинок. Існують гіпотези симетрії між двома фундаментальними типами частинок: бозонами та ферміонами, які отримали назву *суперсиметрії*.

*Закони збереження фізичних величин* – це твердження, згідно з якими чисельні значення цих величин не змінюються з часом у будь-яких процесах. Фактично в багатьох випадках закони збереження просто впливають з принципів симетрії.

Закон збереження моменту імпульсу є наслідком симетрії щодо поворотів у просторі та свідчить про ізотропності простору. Ці закони збереження характерні для всіх частинок. Симетрії поділяють на зовнішні і внутрішні. Зовнішні симетрії – симетрія фізичних об'єктів в реальному просторі – часу, звані також просторово тимчасовими або геометричними. Закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу є наслідками зовнішніх симетрій.

Поняття симетрії доцільно розглядати у процесі вивчення квантової фізики. Це пов'язано з тим, що фізика високих енергій вивчає фундаментальні взаємодії, структуру речовини і полів, взаємоперетворення елементарних частинок тощо. Щоб студенти зрозуміли зміст даного поняття на рівні мікросвіту, необхідно їх знайомити зі змістом симетрії протягом вивчення усього курсу загального курсу фізики, показуючи, що вся природа за своєю суттю є симетричною. Засвоєння цього поняття буде успішнішим за умови використання фізичного та комп'ютерного моделювання у процесі навчання фізики в умовах розвитку STEM-технологій. Так за допомогою використання цих моделей можна змоделювати симетрію об'єктів, природних явищ, систем, які мають таку властивість.

*Фізичне моделювання* (рос. *физическое моделирование*; англ. *physical simulation*, нім. *physikalische Modellierung* f): 1) створення матеріальної моделі, що має таку саму фізичну природу (такий самий фізичний зміст), як і дійсне явище, що вивчається на основі критеріїв геометричного, кінематичного й динамічного моделювання; 2) відтворення на моделі й дослідження процесів, що якісно однакові з процесами у реальному об'єкті.

Метод використовується у випадках, коли: відсутня математична модель явища, або така модель дуже складна, вимагає багато вихідних даних, одержання яких ускладнене; відтворення явища (машини, процесу) в реальних масштабах недоцільне.

Під *комп'ютерними моделями* розуміють, комп'ютерні програми, що імітують фізичні досліди, явища або ідеалізовані модельні ситуації, які трапляються у фізичних задачах, завданнях, самостійних дослідженнях. Комп'ютерні моделі дають змогу отримувати динамічні наочні ілюстрації фізичних дослідів, експериментальних явищ, відтворювати їхні тонкі деталі та акцентувати увагу на тих, які можуть швидко промайнути чи бути не поміченими при спостереженні в реальних дослідах.

Еволюційний розвиток комп'ютерних технологій та моделювання дозволяє успішно застосовувати їх за такими напрямками навчальної діяльності:

1) використання довідниково-інформаційних та експертних систем із застосуванням комп'ютерної техніки для зберігання інформації, пошуку і часткової її інтерпретації; 2) створення математичних моделей фізичних явищ (сучасні електронні засоби дозволяють гармонійно поєднати дидактичні принципи з науковістю матеріалу, зрозуміло описувати експеримент і відтворювати досліджуване фізичне явище у довільному масштабі часу, проводити імітаційне моделювання явищ, недоступних для класичних методів спостереження, таких, як процеси мікросвіту та ін.); 3) здійснення оперативного контролю навчального процесу за допомогою використання тестової комп'ютерної системи з подальшим збереженням результатів опитувань, можливістю їх обробки та кумулятивною оцінкою знань; 4) поєднання реального та віртуального фізичного експерименту.

В Кіровоградській льотній академії Національного авіаційного університету на кафедрі фізико-математичних дисциплін розроблено 7 лабораторних робіт фізичного практикуму «Механіка та молекулярна фізика» на базі комплекту L-мікро [1] та апробовано студентами академії. Навчальний комплект «L-мікро» дає можливість реалізувати навчальні досліди, лабораторні роботи фізичного практикуму у процесі навчання курсу загальної фізики. Виконуючи дані лабораторні роботи з механіки та молекулярної фізики студенти можуть прослідкувати відображення принципів симетрії.

Удосконалення і розвиток навчального фізичного експерименту мають здійснюватись комплексно. Одним із конструктивних принципів побудови курсу фізики за сучасною концепцією STEM-освіти є розроблення педагогічних програмних засобів (ППЗ) для використання на заняттях фізики комп'ютерного моделювання. Спрямованість навчання фізики на використання ІТ-технологій як високоефективного засобу навчання не лише забезпечує підвищення рівня професійної підготовки студентів, але й істотно впливає на їх мотиваційну сферу, зумовлюючи формування пріоритетних професійних і навчально-пізнавальних мотивів вивчення загальної фізики, що забезпечують успішність оволодіння професійними знаннями і вміннями.

**Висновки.** Таким чином, фізичне та комп'ютерне моделювання набирають більших обсягів у наукових дослідженнях найрізноманітніших галузей науки, і як наслідок поступово зростають їх значення у навчальному процесі вивчення фізико-математичних дисциплін. Але часто викладачі ВНЗ під терміном «комп'ютерне моделювання» розуміють імітацію деякого фізичного процесу, отримання графіків і рисунків за допомогою готових аналітичних формул.

У результаті такого підходу навчальний процес ускладнюється, що характеризується збільшенням часу на його підготовку і зміною рівня пізнавальної активності студентів. Метою комп'ютерного моделювання є отримання унікального результату, який не можна досягти традиційними методами і засобами навчання за незмінного рівня активності студентів. Комп'ютерна модель має бути не лише формальною заміною реальних фізичних об'єктів і процесів, а й передбачити отримання нових результатів, властивостей об'єкта. Обчислювальне середовище в усьому світі змінюється дуже швидко, і водночас розширюються наші уявлення про сфери застосовності комп'ютерів.

Перспективи подальших пошуків полягають у розробці фізичних та комп'ютерних моделей фізичних процесів і явищ, з відокремленням властивостей симетрії, що значно підвищить якість засвоєння навчального матеріалу.

### ***Література:***

1. Борота В.Г. *Механика и молекулярная физика: Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по физике на базе комплекта «L-микро».* / В.Г. Борота, О.С. Кузьменко, С.А. Остапчук. - 2-е изд., перераб. и доп. - Кировоград: КЛА НАУ, 2012. - 68 с.

2. Вигнер Е. *Этюды о симметрии* / Е. Вигнер. — М.: «МИР», 1971. — 318 с.

3. Дмитриев И.С. *Симметрия в мире молекул.* / Дмитриев И.С. — Л.: «Химия», 1976. — 128 с.

4. Элиот Дж. *Симметрия в физике* / Дж. Элиот П. Добер; Соч. в 2-х т. - Т.1. - М : Мир, 1983. - 364 с.



5. Іваненко О.Ф. Експериментальні та якісні задачі з фізики: [посібник для вчителів] / О.Ф. Іваненко, В.П. Махнай, О.І. Богатирьов. – К.: Рад. шк., 1987. - 144 с.

6. Ковалев І.З. Учення о симметрии в курсе физики средней школы: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения (физика)» / И.З. Ковалев. – К., 1976. - 24 с.

7. Кузьменко О.С. Формування фундаментальних фізичних понять в студентів вищих навчальних закладів сучасними засобами навчання /О.С. Кузьменко // *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, II (16), Issue: 33, 2014. - Budapest. – p.53-56.

8. Мултановский В.В. Курс теоретической физики / Мултановский В.В. - М.: Просвещение, 1988. – 304 с.

9. Мурач М.М. Геометричні перетворення і симетрія / М.М. Мурач - К.: «Радянська школа», 1987. – 178 с.

10. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики. / Осадчук Л.А. - К.: Вища школа, 1984. - 352 с.

11. Основы методики преподавания физики. / Под ред А.В.Перышкина, В.Г. Разумовского и В.А. Фабриканта. - М.: Просвещение, 1983. - 398 с.

12. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и симметрии природа / Ю.А. Урманцев. - М.: Мысль, 1974. - 229 с.

13. Розв'язування задач з фізики. Практикум. За заг. ред. Є.В.Коршака. - К.: Вища школа, 1986. - 132 с.

14. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики: Навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. – Кіровоград: Видавництво ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.

### **References:**

1. Borota V.G. *Mekhanika i molekulyarnaya fizika: Metodicheskie rekomendatsii k vypolneniyu laboratornykh rabot po fizike na baze kompleksa «L-mikro».*/ V.G. Borota, O.S. Kuzmenko, S.A. Ostapchuk.- 2-e izd., pererab. i dop. - Kirovograd: KLA NAU, 2012. - 68 s.

2. Vigner Ye. *Etyudy o simmetrii* / E. Vigner. — M.: «MIR», 1971. — 318 s.
3. Dmitriev I.S. *Simmetriya v mire molekul.* / Dmitriev I.S. — L.: «Khimiya», 1976. — 128 s.
4. Eliot Dzh. *Simmetriya v fizike* / Dzh. Eliot P. Dober; Soch. v 2-kh t. - T.1. - M.: Mir, 1983. - 364 s.
5. Ivanenko O.F. *Eksperymental'ni ta yakisni zadachi z fizyky: [posibnyk dlya vchyteliv]* / O.F. Ivanenko, V.P. Makhnay, O.I. Bohatyr'ov. — K.: Rad. shk., 1987. - 144 s.
6. Kovalev I.Z. *Uchenie o simmetrii v kurse fiziki sredney shkoly: avtoref. dis. na soisk. uchen. stepeni kand. ped. nauk : spets. 13.00.02 «Teoriya i metodika obucheniya (fizika)»* / I.Z. Kovalev. — K., 1976. - 24 s.
7. Kuz'menko O.S. *Formuvannya fundamental'nykh fizychnykh ponyat' v studentiv vyshchykh navchal'nykh zakladiv suchasnymy zasobamy navchannya* / O.S. Kuz'menko // *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, II (16), Issue: 33, 2014.* - Budapest. — p.53-56.
8. Multanovskiy V.V. *Kurs teoreticheskoy fiziki* / Multanovskiy V.V. - M.: Prosveshchenie, 1988. — 304 s.
9. Murach M.M. *Heometrychni peretvorenniya i symetriya* / M.M. Murach - K.: «Radyans'ka shkola», 1987. — 178 s.
10. Osadchuk L.A. *Metodika prepodavaniya fiziki.* / Osadchuk L.A. - K.: Vishcha shkola, 1984. - 352 s.
11. *Osnovy metodiki prepodavaniya fiziki.* / Pod red A.V.Peryshkina, V.G. Razumovskogo i V.A. Fabrikanta. - M.: Prosveshchenie, 1983. - 398 s.
12. Urmantsev Yu.A. *Simmetriya prirody i simmetrii priroda* / Yu.A. Urmantsev. - M.: Mysl, 1974. - 229 s.
13. *Rozv'yazuvannya zadach z fizyky. Praktykum. Za zah. red. Ye.V.Korshaka.* - K.: Vishcha shkola, 1986. - 132 s.
14. Sadovyy M.I. *Okremi pytannya suchasnoyi ta tradytsiynoyi fizyky: Navchal'nyy posibnyk dlya studentiv pedahohichnykh navchal'nykh zakladiv osvity.* — Kirovohrad: Vydavnytstvo PP «Kalich O.H.», 2007. — 138 s.