

УДК 53(07)

Кузьменко О.С., к.пед.н., доцент,
доцент кафедри фізико-математичних дисциплін
Кіровоградська льотна академія
Національного авіаційного університету

ВИКОРИСТАННЯ ПОНЯТТЯ СИМЕТРІЇ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ

У статті розглядається поняття симетрії, що покладено в основу сучасних фізичних теорій. Симетрія виявляє взаємозв'язок фізичних законів, спрощує розуміння складних процесів, що протікають у мікросвіті та розглядаються в фізиці. В статті простежено вплив поняття симетрії на формування наукового світогляду суб'єктів навчання в умовах розвитку STEM-освіти, а також на їхню самостійну пізнавально-пошукову діяльність у вищих навчальних закладах технічного профілю.

Ключові слова: симетрія, навчальний процес, фізика, STEM-освіта, науковий світогляд.

Постановка проблеми. В зв'язку з прискоренням розвитку інформаційних технологій, виникненням нових соціально-економічних умов, виникає необхідність у зміні структури професійної діяльності людини. Тому з урахуванням особливостей суспільства, які постійно змінюються та прискорюються, потрібно, щоб студент у процесі навчання не тільки опанував фундаментальні знання, але й формував в собі потребу в саморозвитку та самовдосконаленні, за допомогою мислення, наукового світогляду з урахуванням тенденцій розвитку концепції STEM-освіти.

Розглядаючи професійну підготовку студентів Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету (КЛІА НАУ) як навчальну систему констатуємо те, що важливого значення набуває теоретична підготовка операторів складних систем управління (ОССУ). Основним фундаментом професійних дисциплін виступає загальний курс фізики, який вивчається студентами на першому курсі та закладає вагомі основи для здійснення успішного навчання, розвитку фізичних, професійних компетентностей та наукового світогляду з урахуванням інтегрованого підходу.

Поєднання фундаментальної підготовки з фізики з професійною підготовкою ОССУ авіаційного напрямку відображає розвиток STEM-освіти.

Велика увага повинна приділятися розвитку наукового світогляду з врахуванням фундаментальних понять фізики, зокрема поняття симетрії, що являються основним компонентом процесу навчання фізики.

Особливу роль при цьому відіграє діяльність викладача. Він має допомогти студентам осмислити, що механічне зубріння ідей не є найбільш цінним, що їхні власні ідеї більш значущі, потрібно обмінюватись думками та утримуватись від скороспілих суджень та бажання виставити свою оцінку відносно того, що сказано іншими. Таким чином, викладач має володіти мистецтвом комунікації, що передбачає вміння організовувати та проводити дискусії, не нав'язуючи свою точку зору, вміло встановлювати та підтримувати емоційний настрій студентів; вміння роздивлятися цікаві теми для впровадження наукового мислення та наукового світогляду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основу методики навчання фізики у вищій школі досліджували в свої роботах О. І. Бугайов, С. У. Гончаренко, І. М. Кучерук, М. Т. Мартинюк, Л. І. Осадчук, Б. А. Сусь, М. І. Шут та ін.

Загальнонаукові категорії симетрії і асиметрії розглядалися в роботах В. С. Готта, Ф. М. Землянського, світоглядні питання в контексті теорії симетрії розглянуті

Р. М. Ганієвим [3], проблемі симетрії у фізиці присвячені роботи Дж. Еліота, П. Добера [9], В. В. Мултановського, який розглядає симетрію у класичній механіці [13], І.З. Ковальова (розгляд симетрії в курсі фізики в середній школі) [10], геометричні перетворення симетрії розглядав М. М. Мурач [14], Е. Вігнер відзначав в своїх роботах найважливіші проблеми філософського і природничо-наукового характеру, пов'язані з симетрією [1; 2], М.І. Садовий розглядав в своїх роботах симетрію мікрочастинок [16].

Метою статті є аналіз та розгляд поняття симетрії, а також використання даного поняття у формуванні наукового світогляду суб'єктів навчання у вищих навчальних закладах технічного профілю.

Виклад основного матеріалу. Світоглядне значення симетрії надзвичайно важливе. Про це свідчить велика кількість філософських робіт, присвячених симетрії [4–6; 8; 17; 18]. Важливо, перш за все, є загальність положень симетрії.

«Принцип інваріантності, або симетрії, носить загальний характер, ніж закони природи. Закони фізики служать сировиною для встановлення цих принципів, подібно до того як події – сировиною для встановлення законів» [2].

Тому необхідною умовою справедливості законів природи є їх відповідність вченню про симетрію. В цьому полягає методологічне значення цього вчення.

Вчення про симетрію дає також можливість показати об'єктивний характер законів природи. Доведення цих ідей до свідомості суб'єкта навчання в повній мірі неможливо, але деякі уявлення в цьому напрямку можна сформулювати.

Вчення про симетрію сприяє формуванню більш повних і правильних уявлень про простір і час, про їх зв'язок з рухом. Деякі моменти цього поняття слід розглянути в теорії відносності.

Простір і час – не абстрактні мисленні конструкції, а є проявом протяжності тіл і тривалості матеріальних процесів. Вони мають універсальні можливості: 1) матеріальність, об'єктивність простору і часу; 2) зв'язок між простором, часом і рухом; 3) вічність і нескінченність простору і часу; 4) однорідність та ізотропність простору і однорідність часу.

В класичній фізиці вважають, що 1) простір і час незалежні; 2) дві події, одночасні в одній ІСВ, одночасні в усіх інших ІСВ; 3) інтервал часу між двома подіями, віддалі між двома точками однакові в усіх ІСВ. Такі уявлення покладено в основу класичної механіки, на їх основі одержуються перетворення Галілея, класичний закон додавання швидкостей.

Постулати спеціальної теорії відносності (СТВ) суперечать таким уявленням. В основу СТВ покладено уявлення про симетрії простору і часу. В СТВ важливу роль відіграє питання про одночасність подій. Відносність одночасності обумовлена скінченністю швидкості передачі сигналів. Час і простір тут такі, що далекодія виключається. По-новому вимірюється час, вимірюється віддаль, синхронізуються годинники, тобто по-новому розв'язуються якраз ті питання, про які в класичній фізиці майже не думали. Наслідок з цього: сповільнення ходу рухомого годинника, скорочення довжини рухомого предмета. СТВ встановлює критерій поділу всіх фізичних величин на абсолютні і відносні. Для ілюстрації одержаних співвідношень можна скористатись дослідами по визначенню часу життя мюонів [15].

Підведемо підсумки: 1) простір і час тісно пов'язані між собою. Вони утворюють чотирирівимірний псевдоевклідов простір-час; 2) просторово-часові характеристики залежать від стану руху матерії. Простір і час тісно пов'язані з рухом; 3) простір і час симетричні – однорідні і ізотропні; 4) простір і час не залежать від матерії. Це відбиток абсолютних рис простору і часу класичної фізики. В СТВ показується, що простір і час безпосередньо визначаються розподілом матерії.

Під час розгляду теми «Сучасна наукова картина світу» слід показати, що симетрії простору і часу визначають закони збереження. Наприклад, з однорідності простору витікає закон збереження імпульсу. Дійсно, з СТВ відомо, що кінетична енергія тіла визначається так: $E_k = E - E_0$, де E - повна, а E_0 - енергія спокою частинки. Коли $E_0 = const$, то

$E_k = E$. Обчислення дають, що $\Delta E = \Delta E_k = v \cdot \Delta p$, де v - швидкість, а Δp - приріст імпульсу частинки. Ця формула відома і в СТВ, де доводиться строго [19].

Нехай тепер точка m_0 перемістилась з однієї точки простору в іншу. З однорідності простору (симетрія) одержується, що маса спокою матеріальної частинки при її трансляції не змінюється. Тому і $E_0 = const$, а значить $\Delta E = \Delta E_k = \Delta A = F \cdot \Delta l$, де F - сила, а Δl - переміщення точки.

Отже, $v \cdot \Delta p = F \cdot \Delta l$. Система замкнена, значить $F = 0$. Але трансляція існує, а тому $\Delta l \neq 0$, а значить $v \neq 0$. Тому $\Delta P = 0$, а $P = const$. Таким чином, величина імпульсу матеріальної точки не змінюється. Можна показати, що і напрям імпульсу не змінюється в цьому випадку. Подібним чином можна одержати закон збереження енергії, спираючись на однорідність часу [19].

Час і простір володіють і іншими симетріями, так званими дискретними симетріями. Ці симетрії відповідають дискретним перетворенням простору і часу, тобто таким, при яких параметри часу і простору змінюються стрибками. Сюди належать: 1) відбивання простору в плоскому дзеркалі (Р-симетрія); 2) симетрія при відбиванні часу (Т-симетрія). В макросвіті час тече лише в одному напрямі, хоч в принципі може протікати і в зворотньому напрямі. З оборотності процесів мікросвіту не витікає оборотність процесів макросвіту.

Принцип симетрії Кюрі широко використовується для вивчення властивостей та конфігурації електричного і магнітного полів. А такому разі ми виробляємо в студентів уявлення про те. Що цим полям притаманні риси, які належать матеріальним об'єктам, як перші, та і другі мають однакові елементи симетрії, над якими можна виконувати однакові перетворення симетрії. Це ще одне свідчення матеріальності електричного і магнітного полів.

Про матеріальність полів говорить і те, що до полів можна також застосовувати принцип відносності. Магнітне поле діє тільки на рухомі заряди. Тому в системі відліку, що рухається разом з електронами провідника, магнітна сила на електрони не діятиме. Як же з погляду цієї системи відліку пояснити виникнення сили ампера, що діє на електрон? Щоб дати відповідь на це запитання, треба розв'язати питання про те, чи справедливий для цих полів принцип відносності. Повідомляють, що величина заряду є однаковою в усіх ІСВ. Силкові характеристики електричного і магнітного полів-відносні, різні в різних ІСВ. Для ілюстрації цього положення розглядають мисленний експеримент [7].

Нерухомий спостерігач A тримає заряджену кулю, а рухомий B – постійний магніт. Яка сила діє на заряд? Спостерігачі її виникнення пояснюють так:

1) Заряд нерухомий, тому сила Лоренца відсутня. Але магніт рухається. Значить, заряд знаходиться в змінному магнітному полі. Це поле генерує електричне поле, яке і діє на заряджену кулю.

2) Заряд рухається з постійною швидкістю, причому рухається в полі постійного магніта. Тому на нього діє сила Лоренця.

Таким чином, в різних системах відліку на заряд діють різні поля, отже характер поля-поняття відносна. Наявність сили не є відносною, бо вона створює прискорення в обох системах. Прискорення ж однакове в усіх системах відліку. В різних ІСВ результат вимірювання напруженості електричного і індукції магнітного полів різний. В одних ІСВ силова взаємодія між зарядами передається електричним, в інших – електричним і магнітним, ще в інших – лише магнітним. Тому поділ полів на електричне і магнітне відносне. Насправді існує лише єдине електромагнітне поле, що переносить силову взаємодію між електричними зарядами.

В психології встановлено, що знання, засновані на розумінні закономірностей, причинно-наслідкових зв'язків, зберігаються найдовше з усіх знань [12]. Виявлено також, що пряме розкриття причинно-наслідкових зв'язків для студентів значно важче, ніж зворотне [11]. Розв'язування задач із зворотнім розкриттям причинно-наслідкових зв'язків

полегшується, зокрема тим, що тут уже в поставленому запитанні окреслена область пошуку відповіді. В цій окресленій області суб`єкту навчання легше виділити предмети і явища для обґрунтування відомого вже результату і підліток при цьому спирається на більший об`єм інформації. Підсумовуючи, можна сказати, що пряме і зворотне встановлення причинно-наслідкових зв`язків має різну психологічну ступінь важкості.

Принцип симетрії дає змогу виробити в суб`єктів навчання деякі навички виділяти причинно-наслідкові зв`язки, причому якраз в прямому напрямі: симетрія причин проявляється в симетрії наслідків даного явища. В такому разі суб`єкти навчання в кожному конкретному випадку бачать, що процес аналізу того чи іншого явища зводиться до встановлення послідовності протікання явищ в часі, до встановлення їх причинної обумовленості тощо.

Потім фактори і процеси розділяються на причини і наслідки, встановлюється симетрія перших, а потім симетрія других, робляться висновки.

Іноколи характер встановлених раніше зв`язків треба уточнити. Так, говорячи про магнітне поле струму, ми підкреслювали, що струм обов`язково створює магнітне поле: струм причина, поле – наслідок. В студентів виробляються уявлення, що струм – єдине джерело магнітного поля. Це підкріплювалось тим, що спочатку встановлюють симетрію струмів, а потім симетрію поля. І лише пізніше, коли вивчались електромагнітні хвилі, слід сказати про те, що магнітне поле може створюватись змінним електричним полем.

Приклади встановлення причинно-наслідкових зв`язків наведено в табл.1., де розглядається застосування симетрії до розв`язування задач.

Таблиця 1

<i>Фізична система (причина)</i>	<i>Явище, процес (наслідки)</i>	<i>Спільні елементи симетрії</i>
Плоскопаралельна пластинка і падаючий промінь	Хід променів в плоскопаралельній пластинці	Площина малюнка
Лінза і падаючий промінь	Хід променів через лінзу	Площина, що проходить через головну вісь і падаючий промінь
Сферичне дзеркало і падаючий промінь	Хід променів в дзеркалі	Площина, що проходить через головну вісь і падаючий промінь
Установка для одержання кілець Ньютона	Інтерференційна картина у відбитому світлі	Вісь симетрії, що проходить через точку дотику лінзи, пластинки, перпендикулярно до неї
Біпризма Френеля	Інтерференційна картина на екрані	Дві взаємоперпендикулярні площини
Дифракційна решітка	Дифракційна картина на екрані	Дві взаємоперпендикулярні площини
Дослід Юнга	Дифракційна картина	Дві взаємоперпендикулярні площини симетрії

Вивчення поняття симетрії допомагає у формуванні деяких рис наукового світогляду студентів. Ідеї симетрії використовуються для формування простору і часу, для встановлення їх зв`язку з рухом, для обґрунтування законів збереження, виявлення причинно-наслідкових зв`язків тощо. Таке методологічне значення вивчення фундаментального поняття – симетрія робить його особливо цінним у процесі вивчення студентами курсу фізики.

Висновок. В результаті проведених досліджень та вище зазначеного констатуємо те, що доцільність підпорядкування змісту навчального матеріалу з фізики базується на фундаментальних поняттях, одним з яких є симетрія. Ознайомлення та вивчення студентами поняття симетрії та його принципів сприятимуть формуванню наукового світогляду в умовах розвитку STEM-освіти.

Перспективи подальших досліджень полягають в розробці методики навчання фізики в умовах розвитку концепції STEM-освіти.

Список використаних джерел

1. Вигнер Е. Этюды о симметрии / Е. Вигнер. – М. : "МИР", 1971. – 318 с.
2. Вигнер Е. События. Законы природы и принципы инвариантности / Е. Вигнер. – УФН. – Т.5. – Вып. 4, 1965. – С. 727–736.
3. 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.
4. Готт В. С. Симметрия и асимметрия / Готт В.С. – М.: «Знание», 1965. – 32 с.
5. Готт В. С. Категории симметрии и асимметрии в физике микромира. Сб. "Философские вопросы квантовой физики" / Готт В. С., Перетури А. Ф. – М. : "Наука", 1970. – С. 56.
6. Готт В. С. Философские вопросы современной физики / Готт В. С. – изд. 2-е. – М. : "Высшая школа", 1972. – 416 с.
7. Зильберман Г. Е. Электричество и магнетизм / Г. Е. Зильберман – М. : "Наука", 1970. – 384 с.
8. Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения / Овчинников Н. Ф. – М. : "Наука", 1966. – 398 с.
9. Элиот Дж. Симметрия в физике / Дж. Элиот П. Добер; Соч. в 2-х т. – Т.1. – М. : Мир, 1983. – 364 с.
10. Ковалев И. З. Учение 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.
11. Корман Т. А. Прямое и обратное установление причинно-следственных связей. "Новые исследования в педагогических науках" / Корман Т. А. // – Часть 2. – М. : "Педагогика", 1970. – С. 50 – 57.
12. Менчинская Н. А. Психологические вопросы развивающего обучения и новые программы. "Советская педагогика" / Менчинская Н. А. // – Часть 6. – 1968. – С. 21–38.
13. Мултановский В.В. Курс теоретической физики / Мултановский В. В. – М. : Просвещение, 1988. – 304 с.
14. Мурач М. М. Геометричні перетворення і симетрія / М. М. Мурач. – К. : "Радянська школа", 1987. – 178 с.
15. Мухин К. Н. Введение в ядерную физику / Мухин К. Н. – М. : Атомиздат, 1965. – 128 с.
16. 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.
17. Саити Саката. Некоторые философские вопросы теории элементарных частиц / Саити Саката. – М. : "Мысль", 1969. – С. 25–31.
18. Франк-Каменецкий Д.А. Методы современной теоретической физики. Сб. "Материалистическая диалектика и методы естественных наук" / Франк – Каменецкий Д. А. – М. : "Наука", 1968. – С. 401 – 427.
19. Яворский Б. М. Законы сохранения в физике и их связь со свойствами симметрии пространства и времени. Сб. "Методика преподавания физики, астрономии и технических

дисциплін в школі і в університеті" / Б. М. Яворський, А. А. Пінський // – Том 72 – Пермь, 1969. – С. 47.

References

1. Vigner E. Etyudyi o simmetrii [Studies on symmetry]. E. Vigner. – М.: "MIR", 1971. – 318 s. [in Russian].
2. Vigner E. Sobyitiya. Zakonyi prirody i printsipy invariantnosti [The laws of nature and the principles of invariance]. E. Vigner. – UFN. – T.5. – Vyip. 4, 1965. – S. 727–736. [in Russian].
3. Ganiev R. M. Gruppovaya simmetriya v mnozhestve mirovozzrencheskih vyiskazyvaniy [Group symmetry in a set of worldview statements]. Robert Malikovich Ganiev. – Vladikavkaz: Severo-Osetinskiy gos. un-t im. K. L. Hetagurova, 2001. – 108 s. [in Russian].
4. Gott V. S. Simmetriya i assimetriya [Symmetry and asymmetry]. Gott V. S. – М.: "Znanie", 1965. – 32 s. [in Russian].
5. Gott V. S. Kategorii simmetrii i asimmetrii v fizike mikromira. Sb. "Filosofskie voprosyi kvantovoy fiziki" / Gott V. S., Pereturin A. F. – М.: "Nauka", 1970. – С. 56. [in Ukrainian].
6. Gott V. S. Filosofskie voprosyi sovremennoy fiziki [Philosophical problems of modern physics]. Gott V. S. – izd. 2-e. – М.: "Vysshaya shkola", 1972. – 416 s. [in Russian].
7. Zilberman G. E. Elektrichestvo i magnetizm [Electricity and magnetism]. G. E. Zilberman – М.: "Nauka", 1970. – 384 s. [in Russian].
8. Ovchinnikov N. F. Printsipyi sohraneniya [Principles of preservation]. Ovchinnikov N. F. – М.: "Nauka", 1966. – 398 s. [in Russian].
9. Eliot Dzh. Simmetriya v fizike / Dzh. Eliot P. Dober; Soch. v 2-h t. – T.1. – М.: Mir, 1983. – 364 s. [in Russian].
10. Kovalev I. Z. Uchenie o simmetrii v kurse fiziki sredney shkoloyi [The doctrine of symmetry in the course of physics of secondary school: author's abstract], avtoref. dis. na soisk. uchen. stepeni kand. ped. nauk: spets. 13.00.02 "Teoriya i metodika obucheniya (fizika)" / I. Z. Kovalev. – К., 1976. – 24 s. [in Russian].
11. Korman T. A. Pryamoe i obratnoe ustanovlenie prichinno-sledstvennyih svyazey. "Novyie issledovaniya v pedagogicheskikh naukah" [Direct and reverse determination of cause-effect relationships. "New research in pedagogical sciences"]. Korman T. A. // – Chast 2. – М.: "Pedagogika", 1970. – S. 50–57. [in Russian].
12. Menchinskaya N. A. Psihologicheskie voprosyi i razvivayuschego obucheniya i novyie programmy [Psychological issues of developmental learning and new programs]. "Sovetskaya pedagogika" / Menchinskaya N. A. // – Chast 6. – 1968. – S. 21–38. [in Russian].
13. Multanovskiy V. V. Kurs teoreticheskoy fiziki [Course of theoretical physics]. Multanovskiy V. V. – М.: Prosveschenie, 1988. – 304 s. [in Russian].
14. Murach M. M. Heometruchni peretvorenniya i sumetriya [] / M. M. Murach. – К.: "Radyanska shkola", 1987. – 178 s. [in Ukrainian].
15. Muhin K. N. Vvedenie v yadernuyu fiziku [Introduction to Nuclear Physics]. Muhin K. N. – М.: Atomizdat, 1965. – 128 c. [in Russian].
16. Sadovyi M. I. Okremi pytannia suchasnoi ta tradytsiinoi fizyky: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv pedahohichnykh navchalnykh zakladiv osvity fizyky [Some issues of modern and traditional physics: A manual for students of educational educational institutions]. Kirovohrad: Vydavnytstvo PP "Kalich O.H.", 2007. – 138 s. [in Ukrainian].
17. Saiti Sakata. Nekotoryie filosofskie voprosyi teorii elementarnyih chastits [Some Philosophical Questions in the Theory of Elementary Particles]. Saiti Sakata. – М.: "Mysl", 1969. – S. 25 [in Russian].
18. Frank-Kameneckij D. A. Metody sovremennoj teoreticheskoy fiziki [Methods of modern theoretical physics. Sat "Materialistic dialectics and methods of natural sciences"]. Sb.

"Materialisticheskaya dialektika i metody estestvennyh nauk" / Frank – Kameneckij D. A. – М.: "Nauka", 1968. – S. 401 – 427. [in Russian].

19. Yavorskij B. M. Zakony sohraneniya v fizike i ih svyaz' so svojstvami simmetrii prostranstva i vremeni. Sb. "Metodika prepodavaniya fiziki, astronomii i tekhnicheskikh disciplin v shkole i vuze" / B. M. Yavorskij, A. A. Pinskij // – Tom 72 – Perm', 1969. – S. 47. [in Ukrainian].

Kuz`menko O.S., Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical and Mathematical Disciplines Kirovohrad Airborne Academy of the National Aviation University.

Use of the concept of symmetry for forming students 'scientific students' instances in the studying of physics in stem-educational development conditions.

Abstract

The article deals with the concept of symmetry, which is the basis of modern physical theories. Symmetry reveals the interconnection of physical laws, simplifies understanding of complex processes occurring in the microcosm and is considered in physics.

Considering the professional training of students of the Kirovohrad Aircraft Academy of the National Aviation University as a training system, we note that the theoretical training of operators of complex control systems becomes of great importance. The basic foundation of professional disciplines is the general course of physics, which is studied by students in the first year and provides a solid basis for successful training, the development of physical, professional competences and scientific outlook, taking into account the integrated approach.

A special role in this case is played by the teacher. It should help students to understand that the mechanical cogitation of ideas is not the most valuable, their own ideas are more meaningful, they need to exchange ideas and refrain from speedy judgments and the desire to make their own judgment about what is said by others. Thus, the teacher must have an art of communication that involves the ability to organize and conduct discussions without imposing his point of view, skillfully establish and maintain the emotional mood of the students; the ability to look at interesting topics for the introduction of scientific thinking and scientific outlook.

As a result of our research and above, we note that the expediency of subordinating the contents of educational material in physics is based on fundamental concepts, one of which is symmetry. Students' familiarization and study of the notion of symmetry and its principles will contribute to the formation of a scientific outlook in the context of the development of STEM education.

The study of the concept of symmetry helps in the formation of some features of the scientific outlook of students. The ideas of symmetry are used to form space and time, to establish their relationship with motion, to justify conservation laws, to identify causal links, and so on. This methodological significance of the study of the fundamental notion - symmetry makes it particularly valuable in the process of studying students in the course of physics.

The article examines the influence of the concept of symmetry on the formation of the scientific worldview of subjects of learning in the conditions of development of STEM-education, as well as on their independent cognitive-search activity in higher educational institutions of technical profile.

Prospects for further research are to develop a methodology for teaching physics in the context of the development of the concept of STEM education.

Key words: symmetry, educational process, physics, STEM-education, scientific outlook.

Стаття надійшла до редакції: 26.08.2017 р.