

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Повар С.В. Алгоритми циклів створення фізичних теорій як засіб активізації науково-дослідної самостійної роботи студентів. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 3(17). С. 79-82.

Povar S.V. Algorithms Of Cycle Of The Creation Of Physical Theories As A Means Of Activation Of Scientific And Researching Self-Working Students. Physical and Mathematical Education. 2018. Issue 3(17). P. 79-82.

DOI 10.31110/2413-1571-2018-017-3-014

УДК: 378

С.В. Повар

ДВНЗ «Криворізький національний університет», Україна
sv.povar@bk.ru

АЛГОРИТМИ ЦИКЛІВ СТВОРЕННЯ ФІЗИЧНИХ ТЕОРІЙ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Анотація. Матеріал статті має конструктивно-пошуковий характер і стосується доповнень методології організації науково-дослідницької самостійної роботи студентів (НДСРС). Спираючись на проведений автором аналіз процедур створення ряду фізичних теорій з точки зору послідовності процесів інтеграції знань, виокремлено два види циклів наукової творчості та побудовано їх схеми – алгоритми. Алгоритми циклів наукової творчості (ЦНТ) виокремлюють найважливіші ланки наукової творчості та показують їх зв'язки і роль у ході наукової роботи, допомагають студенту усвідомити класифікацію методів наукового дослідження у фізиці та послідовність їх застосування у конкретній науково-дослідній роботі, а також усвідомити органічну єдність циклу наукової творчості.

Алгоритми циклів формування фізичних теорій (циклів наукової творчості) як ущільнення інформації можуть слугувати візуальним стимулюючим орієнтиром у творчій самостійній роботі.

У статті також наводяться приклади з історії фізики: 1) створення Альбертом Ейнштейном спеціальної теорії відносності (СТВ) на основі вже існуючих на початку двадцятого століття експериментальних фактів (тобто демонструється узгодження з алгоритмом циклів наукової творчості першого виду); 2) створення Альбертом Ейнштейном загальної теорії відносності (ЗТВ) (теорії тяжіння) завдяки „мисленному експерименту”, вдалому вибору математичних методів та інтеграції математичних знань (узгодження з алгоритмом циклів наукової творчості другого виду). Автором аналізуються передумови створення цих теорій. Наведені приклади містять інтелектуально-емоційні моменти і зв'язки, які позитивно впливатимуть на формування особистісних якостей науковця.

Запропонований аспект подання алгоритмів циклів наукової творчості допоможе студенту створити прообраз наукової діяльності, усвідомити класифікацію методів наукового дослідження, їх застосування на різних етапах роботи, спонукатиме до самоосвіти, до самовдосконалення.

Ключові слова: інтеграція знань, фізична інтуїція, модель, цикл творчості, самостійна робота.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку суспільства головною метою процесу освіти стає розвиток творчої особистості, а набуття знань, умінь, навичок – засобом цього розвитку.

Навчити творчості неможливо, але можна створити умови, які сприятимуть формуванню і розвитку творчої особистості.

У вищих навчальних закладах стимулювання і мотивація навчання та «вивільнення» творчих здібностей студента посилюються шляхом постановки перспектив та орієнтирів у самостійній роботі студентів і, зокрема, у науково-дослідницької самостійної роботи студентів (НДСРС). Розробляються необхідні методичні рекомендації. Дослідницька діяльність студента зазвичай розпочинається з розгляду чуттєво-конкретної дійсності, в той час як навчальна діяльність розпочинається з розгляду загальної основи тієї чи іншої закономірності, виділеної іншими дослідниками.

З метою вивчення свого об'єкта або вироблення нового знання в науці використовується перенесення методів і мови з іншої науки. Інтеграція наукового знання – процес взаємопроникнення фактів, мови, принципів, наукових методів та прийомів різних наук. Зараз поняття інтеграції широко використовується для характеристики наукової діяльності.

Для визрівання готовності студента до написання самостійної роботи потрібен деякий час. Але щоб за цей час у студента не пропав інтерес і бажання, щоб робота активізувалась, потрібно поновлювати тематичні зв'язки свідомості з підсвідомістю [2, с.44]. На нашу думку, одним із збудників таких зв'язків може слугувати показ алгоритмів циклів наукової творчості (у статті наводиться авторська розробка). Вони будуть орієнтиром планування і ходу самостійної роботи,

допомагатимуть студенту усвідомити класифікацію методів наукового дослідження, їх застосування на різних етапах роботи.

Аналіз актуальних джерел. У науково-методичній літературі, як показує огляд, наводиться виокремлення творчих робіт *двох спрямувань* – робіт, де передбачається зумовлення переходу від досліду до теорії та робіт з переходу від теорії до досліду. У першому випадку досліджується конкретне явище, якому потім треба дати наукове пояснення, сформулювати нову закономірність. У другому випадку через логічні міркування та математичні викладки відшліфовується формулювання певного ефекту, створюється нова закономірність, і треба знайти підхоже фізичне явище, яке можна було б використати для одержання заданого ефекту (за В.Г.Разумовським) [4, с.6].

Закономірності й механізми творчого процесу сьогодні проаналізовані далеко не повністю, відповідні дослідження тривають. За Я.О. Пономарьовим, функціонування механізму творчості проходить чотири фази, а саме: 1) логічного аналізу проблеми (задачі) – використання наявних знань, виявлення потреби в новому; 2) інтуїтивного розв'язання – задоволення потреби в новому знанні; 3) вербалізації інтуїтивного рішення; 4) формалізації нового знання – формулювання логічного рішення [3, с. 328].

Доцільно буде визначити також послідовність процесів інтеграції знань у створенні фізичних теорій.

Мета статті: розробити доповнення методичних рекомендацій з виконання науково-дослідницької самостійної роботи студентів, збільшивши основні закономірності інтеграційних процесів у створенні фізичних теорій до алгоритмів для демонстрації їх як цілісних конструкцій.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети дослідження застосовано комплекс теоретичних методів: *аналіз, систематизація, узагальнення* праць вітчизняних і закордонних дослідників щодо наукової творчості задля визначення закономірностей і механізму творчого процесу та послідовності процесів інтеграції знань у створенні фізичних теорій; *метод абстрагування, аналізу і синтезу* – для виділення окремих ланок ЦНТ та виявлення їх властивостей; *логічно-аналітичні методи (дедукція та індукція)* – для показу причинно-наслідкових зв'язків у запропонованих алгоритмах ЦНТ; *візуальні (графічні) методи* – створення алгоритмів для наочної демонстрації функціонування механізму наукової творчості.

Виклад основного матеріалу. Якщо детально проаналізувати процедуру формування тієї чи іншої фізичної теорії з точки зору послідовності процесів інтеграції знань, то можна виокремити цикли формування фізичних теорій (цикли наукової творчості) двох видів.

Перший вид циклу в нашому баченні поданий алгоритмом, зображеним на рисунку 1. Розпочинається творчий цикл з досліду, з експериментальних фактів (ланка 1). Далі відбувається індуктивний перехід (ланка 2) від узагальнення дослідних фактів до плану побудови абстрактної фізичної моделі через інтеграцію елементів різногалузевих базових знань. Цей перехід відбувається інтуїтивно (інсайт), блискавично, як „осяння”, як „божа іскра”, і вже потім виливається в логічну схему побудови абстрактної фізичної моделі (ланка 3). З прийнятої моделі аналітичним шляхом поступово йде вивід наслідків (ланка 4). Це дедуктивний перехід, інтеграція внутрігалузевих знань. Одержані наслідки (ланка 5) разом з моделлю утворюють теорію, яка потребує підтвердження. Пошуки плану експериментальної перевірки теорії відбуваються на фоні інтеграції міжгалузевих знань (ланка 6). Цей перехід від теорії до експерименту теж відбувається стрибкоподібно (як і ланка 2) і далі включається в певну логічну схему експериментів (ланка 7), які повинні підтвердити істинність наслідків, і, отже, придатність абстрактної моделі для пояснення досліджуваного фізичного явища. Нові експериментальні факти (якщо вони з'являються) ведуть до уточнення теорії (ланка 8). У разі потреби підлягає зміні її основа – змінюється вхідна абстрактна модель. Нова теорія функціонує, включається до нових знань (ланка 9).

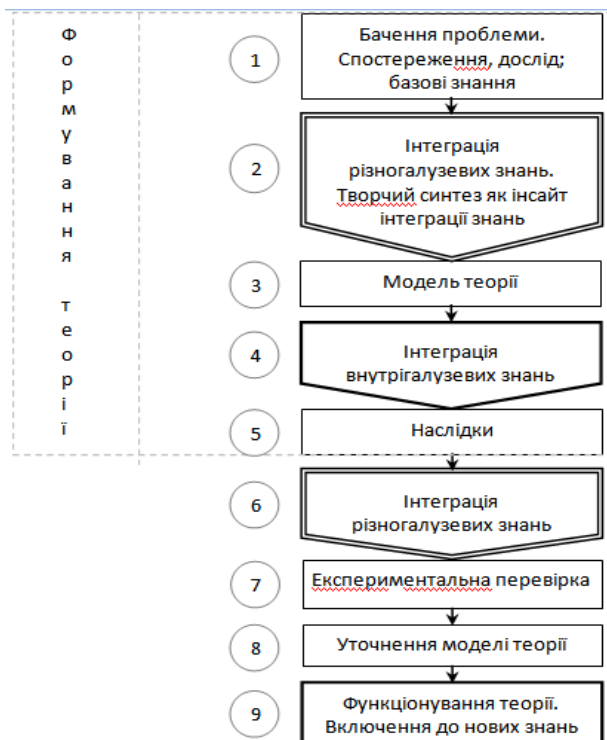


Рис. 1. Алгоритм циклу наукової творчості (перший вид)

Коли нова ідея перемогла, вона стає старою. При появі нової ідеї та формуванні нового знання включається і старе знання в ущільненому та підпорядкованому вигляді.

Другий вид циклу наукової творчості подано алгоритмом, зображеним на рисунку 2. Початком і опорою циклу творчості є маніпуляції з математичним об'єктом, „мислений експеримент” (ланка 1). Завдяки вдалому вибору математичних методів (ланка 2) та інтеграції математичних знань у науковця виникають інсайти (ланка 3) і створюється формальна (математична) модель (ланка 4). Завдяки інтеграції фізико-математичних знань (ланка 5) формуються наслідки з математичної моделі (ланка 6), яким потім надають певного фізичного змісту (міжпредметна інтеграція) та відшукують фізичні підтвердження теорії (ланка 7). З появою підтвердження (ланка 8) нова теорія включається до нових знань (ланка 9).

Такому алгоритму підлягає, зокрема, створення загальної теорії відносності: не було ніяких фактів, які б вказували на необхідність її створення; роль вхідного пункту дослідження А. Ейнштейна відіграла математика. Лише пізніше вдалося установити *три емпіричних факти*: 1) викривлення світлового променя поблизу великих мас, 2) зміщення перигелію Меркурія та 3) „червоне зміщення”. Їх виявилось достатньо, щоб визнати загальну теорію відносності як більш адекватну гравітаційну теорію, ніж теорія Ньютона. (Стосовно факту 1 слід зауважити, що у 1962 році група вчених зробила висновок за іншими результатами різних затемнень, що через труднощі не варто робити такі заміри). Розглянутий метод дослідження одержав назву „математичної гіпотези”. Він є загальним для всієї теоретичної фізики.

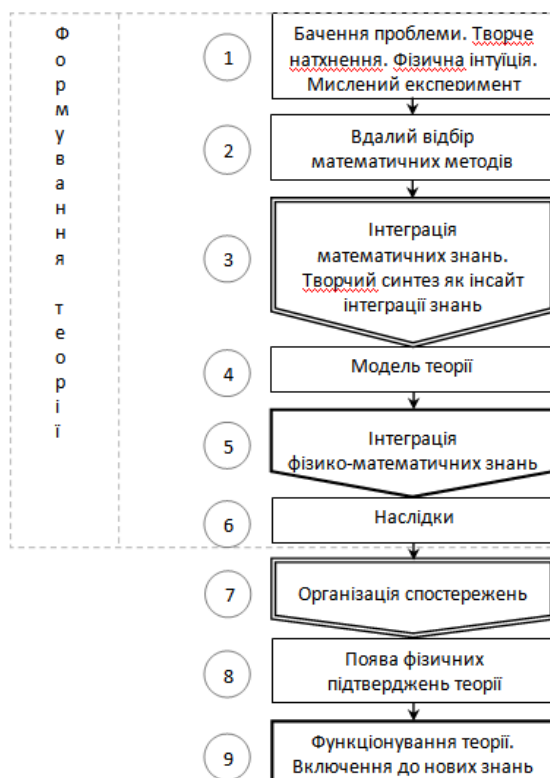


Рис. 2 Алгоритм циклу наукової творчості (другий вид)

Як бачимо, алгоритми циклів наукової творчості можуть бути досить простими. А ось робота самого мозку людини – надто складна і поки що не піддається алгоритмізації. Коли людина обмірковує певну проблему, що потребує творчого рішення, то включається в роботу не тільки свідомість, а й підсвідомість, яка є більш потужною. Але підсвідомість може легко перемикається на інші питання, хоч це і не бажано! [2, с.47]. Ми переконані, що доцільно буде ознайомити студентів з алгоритмами циклів наукової творчості. Коли у зоровій пам'яті студента буде знаходитись зразок алгоритму, то це позитивно вплине на підтримання чи відновлення тематичних зв'язків свідомості з підсвідомістю, підсилюючи психологічне налаштування студента на виконання науково-дослідної самостійної роботи.

Пропонуємо порівняння передумов створення спеціальної теорії відносності (СТВ) і загальної теорії відносності (ЗТВ). На межі 19 – 20-го століть з розвитком техніки експериментів з'явилися факти, не пояснювані з позицій класичної фізики Галілея – Ньютона. Потрібні були нові принципи, нова теорія відносності. На основі цих експериментальних фактів була створена СТВ Г. Лоренцом, А. Пуанкаре, А. Ейнштейном. У 1905 році Ейнштейн сформулював її найбільш просто (на 30 сторінках журналу), без урахування ефіру. Математичний апарат додав Г. Мінковський у 1908 році. СТВ розширює класичну ТВ на випадки великих швидкостей, сумірних зі швидкістю світла, на електромагнітні та оптичні явища.

«Якби не Ейнштейн сформулював спеціальну теорію відносності, то нема сумніву, що ця теорія незабаром була б створена іншими фізиками. Пуанкаре був одним із тим, хто майже підійшов до неї. У своїй знаменній промові, виголошеній у 1904 році, Пуанкаре передвістив виникнення «зовсім нової механіки», у якій ніяка швидкість не може досягти швидкості світла... Буде встановлено принцип відносності, за яким закони фізичних явищ повинні бути однаковими незалежно від того, чи у спокої спостерігач, чи знаходиться у рівномірному прямолінійному русі» [1, с. 82].

«Із загальною теорією відносності положення зовсім інше. Вона була ... прекрасною несподіванкою, роботою дивовижної оригінальності... Якби не народився Ейнштейн, то нема сумніву, що інші вчені могли б дати фізиці таку теорію, але тільки через століття чи більше» [1, с. 83].

Що ж спонукало Ейнштейна на такий подвиг? Як зазначалось вище, ніяких опорних експериментальних фактів не було. Ейнштейн розумів, що осторонь від СТВ залишився закон всесвітнього тяжіння Ньютона, що треба узагальнювати СТВ так, щоб було включено прискорений рух систем відліку, інерцію і тяжіння.

Є проблемна ситуація і є ряд керуючих ідей. Ось деякі з них:

- математичні ідеї використовуються замість дослідних даних;
- нові знання не повинні вступати у протиріччя з теорією Ньютона;
- при зміні системи відліку рівняння повинні перетворюватись за певними законами;
- якщо у теорії тяжіння Ньютона фігурує тільки маса, то у ЗТВ поле тяжіння повинно визначатися масою, енергією та імпульсом матерії у даному просторі.

Відшукуються відношення між відомим і невідомим, відшукуються методи і засоби, відпрацьовується стратегія розв'язання проблеми. Тривалий час за участі підсвідомості рішення визріває. Протягом 10 років Ейнштейн будує фізику поля, справедливую для будь-яких систем відліку. У ній геометрія 4-вимірному простору-часу визначається розподілом мас. Замість закону тяжіння Ньютона з'являються тензорні диференціальні рівняння.

«Десь там був цей величезний світ, що існував незалежно від нас, людей, і стоїть перед нами як величезна вічна загадка. Вивчення цього світу манило як визволення...» - читаємо в «Автобіографічних записках» Ейнштейна. Як бачимо, **вчений творить себе своїми діями!**

Висновки. У людині закладена потреба до пізнання і творчості. І обов'язок людини та суспільства – підтримати й активізувати прояви творчості. Формування творчої особистості – головний компонент системи освіти.

У вищих навчальних закладах сформовані методології поєднання навчального процесу з науково-дослідницькою роботою студентів. Запропоновані у статті алгоритми ЦНТ можуть принаймні послугувати додатком до існуючих методичних рекомендацій з виконання науково-дослідних робіт у ВНЗ (а також у СШ і МАН), оскільки ці алгоритми допомагають усвідомити поняття творчості, інтеграції знань, циклів наукової творчості та їх видів; будучи сприйняті зоровою пам'яттю як цілісний образ, вони стимулюють повторні підключення свідомості до підсвідомості – поновлюють творчу роботу; підкріплення алгоритмів ЦНТ прикладами з історії фізики заражатиме студентів пафосом роботи науковця.

Таким чином, запропонований аспект подання алгоритмів циклів створення фізичних теорій можна вважати засобом активізації науково-дослідницької самостійної роботи студентів, оскільки це подання допомагає студенту створити прообраз наукової діяльності, творчої самостійності, вибрати шляхи розв'язання проблеми та поповнити запас знань, зайнятись самовдосконаленням.

Список використаних джерел

1. Гарднер М. Теория относительности для миллионов. Перевод с англ. Москва: Атомиздат, 1967. 192 с.
2. Лавров С. Творчество и алгоритмы. *Наука и жизнь*. 1985. №3. С. 40-49.
3. Психология: Підручник для ВНЗ / за ред. Е.Л. Трофімова. Київ: Либідь, 2001. 561 с.
4. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе. Москва: Просвещение, 1966. 155 с.

References

1. Gardner M. The theory of relativity for millions. Translation from English. Moscow: Atomizdat, 1967. 192 p.
2. Lavrov S. Creativity and algorithms. *Science and Life*. 1985. №3. P. 40-49.
3. Psychology: Textbook for Higher Educational Institutions / by editing E.L. Trofimova. Kiev: Lybid, 2001. 561 p.
4. Razumovsky V.G. Creative tasks in physics in high school. Moscow: Enlightenment, 1966. 155 p.

ALGORITHMS OF CYCLE OF THE CREATION OF PHYSICAL THEORIES AS A MEANS OF ACTIVATION OF SCIENTIFIC AND RESEARCHING SELF-WORKING STUDENTS

S.V. Povar

State institution of higher education «Kryvyi Rih National University», Ukraine

Abstract. The material of the article is structurally exploratory and concerns the additions to the methodology of the organization of research and development of independent work of students (RDIWS). Based on the author's analysis of procedures for the creation of a number of physical theories in terms of the sequence of knowledge integration processes, two types of cycles of scientific creativity are identified and their algorithms are constructed. Algorithms of the cycles of scientific creativity (CSC) distinguish the most important links of scientific creativity and show their connections and role in the course of scientific work, help the student to understand the classification of methods of scientific research in physics and the sequence of their application in a particular research work, as well as to realize organic unity cycle of scientific creativity.

Algorithms of cycles of formation of physical theories (cycles of scientific creativity) (as a compaction of information) can serve as a visual stimulating benchmark in creative independent work.

Examples from the history of physics are also given in the article: 1) the creation of a special theory of relativity (STR) by Albert Einstein on the basis of experimental facts already existing at the beginning of the twentieth century (that is, the agreement with the algorithm of the cycles of scientific creativity of the first kind is demonstrated); 2) the creation of Albert Einstein's general theory of relativity (GTR) (gravitation theory) due to "thought experiment", a successful choice of mathematical methods and the integration of mathematical knowledge (alignment with the algorithm of the cycles of scientific creativity of the second type). The author analyzes the preconditions for the creation of these theories. The examples presented include intellectual-emotional moments and connections that will positively affect the formation of the personality traits of a scientist.

The proposed aspect of presentation of algorithms of cycles of scientific creativity will help the student to create a prototype of scientific activity, to understand the classification of scientific research methods, their application at different stages of work, to encourage self-education, to self-improvement.

Key words: integration of knowledge, physical intuition, model, cycle of creativity, independent work.