

УДК 372.51

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2022-2-5>

Микола САДОВИЙ

доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри технологічної та професійної освіти, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, вул. Шевченко 1, м. Кропивницький, Україна, 25006, e-mail: smikdri@i.ua

ORCID ID: 0000-0001-6582-6506

SCOPUS-AUTHOR ID: 57217117696

Олена ТРИФОНОВА

доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, вул. Шевченко 1, м. Кропивницький, Україна, 25006, e-mail: olenatrifonova82@gmail.com

ID ORCID: 0000-0002-6146-9844

SCOPUS-AUTHOR ID: 57217117658

Бібліографічний опис статті: Садовий, М., Трифонова, О. (2022). Методологічний підхід у наукових дослідженнях при підготовці кваліфікаційних робіт студентами природничої, технологічної та професійної галузей освіти. *Фізика та освітні технології*, 2, 31–38, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2022-2-5>

**МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ
ПРИ ПІДГОТОВЦІ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ СТУДЕНТАМИ ПРИРОДНИЧОЇ,
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ГАЛУЗЕЙ ОСВІТИ**

Проблема співвідношення новітніх і класичних наукових ідей залишається нагальною для дослідників. Особливого значення вона набуває у педагогічних дослідженнях. Швидкісне впровадження у виробничі процеси нанотехнологій привело нас до висновку про доцільність зробити ґрунтовний науково-методологічний аналіз співвідношення новітніх і класичних понять у змісті освітніх компонент підготовки майбутніх фахівців природничої, технологічної та професійної галузей освіти. Практику реалізація цих наукових досліджень ми пропонуємо здійснювати шляхом виконання дослідницьких проєктів, курсових і кваліфікаційних робіт тощо. Сутність полягає в організації наукової діяльності, виявленні й активізації творчого інтелекту суб'єктів навчання, що забезпечує здобуття й практичне використання нових знань й отримання наукової продукції. Алгоритм вказаного здійснюється через: створення проблеми → формування гіпотези → використання нових методів дослідження → узагальнення результатів дослідження. Мета статті: виходячи з сучасних освітніх парадигм обґрунтувати підходи до вивчення проблеми розвитку методології в наукових дослідженнях під час проведення студентських досліджень в галузі природничих наук, технологій, професійної освіти. У статті поняття методології наукового дослідження розглядається як висхідне положення, стрижнева розвивальна ідея проблеми. Для прикладу реалізації методології дослідження, що забезпечує формування у суб'єктів навчання системного мислення ми пропонуємо розглянути розподіл Максвелла, де системно представлено співвідношення енергії та частоти коливань макро- та мікро- збуджених систем. Вцілому запропонований приклад реалізації дослідження сприяє формуванню у студентів системного мислення. Перспективу подальшого дослідження вбачаємо у моделюванні зазначених процесів із використанням комп'ютерного програмування.

Ключові слова: методологія дослідження, системне мислення, розподіл Максвелла, наукове дослідження, дослідницький проєкт.

Mykola SADOVYI

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Technological and Professional Education of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, St. Shevchenko 1, Kropyvnytskyi, Ukraine, 25006, e-mail: smikdpu@i.ua

ORCID ID: 0000-0001-6582-6506

SCOPUS-AUTHOR ID: 57217117696

Olena TRYFONOVA

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Natural Sciences and their Teaching Methods of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, St. Shevchenko 1, Kropyvnytskyi, Ukraine, 25006, e-mail: olenatryfonova82@gmail.com

ID ORCID: 0000-0002-6146-9844

SCOPUS-AUTHOR ID: 57217117658

To cite this article: Sadovyi, M., Tryfonova, O. (2022). Metodolohichnyy pidkhid u naukovykh doslidzhennyakh pry pidhotovtsi kvalifikatsiynykh robit studentamy pryrodnychoyi, tekhnolohichnoyi ta profesiynoyi haluzey osvity [Methodological approach in scientific research during the preparation of qualification papers by students of natural, technological and professional fields of education]. *Physics and Educational Technology*, 2, 31–38, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2022-2-5>

METHODOLOGICAL APPROACH IN SCIENTIFIC RESEARCH DURING THE PREPARATION OF QUALIFICATION PAPERS BY STUDENTS OF NATURAL, TECHNOLOGICAL AND PROFESSIONAL FIELDS OF EDUCATION

The problem of the ratio of modern and classic scientific ideas remains urgent for researchers. It acquires special importance in pedagogical research. The rapid introduction of nanotechnologies into production processes led us to the conclusion that it is expedient to conduct a thorough scientific and methodological analysis of the ratio of the latest and classical concepts in the content of the educational components of the training of future specialists in the natural, technological and professional fields of education. We offer the implementation of these scientific studies through the implementation of research projects, course and qualification papers, etc. The essence is the organization of scientific activity, the identification and activation of the creative intelligence of subjects of study, which ensures the acquisition and practical use of new knowledge and the production of scientific products. The above algorithm is carried out through: problem creation → hypothesis formation → use of new research methods → generalization of research results. The purpose of the article: based on modern educational paradigms, to justify approaches to the study of the problem of methodology development in scientific research during student research in the field of natural sciences, technologies, and professional education. In the article, the concept of the methodology of scientific research is considered as an ascending position, a core development idea of the problem. For an example of the implementation of the research methodology, which ensures the formation of system thinking in the subjects of training, we suggest considering Maxwell's distribution, which systematically presents the ratio of energy and frequency of oscillations of macro- and micro-excited systems. In general, the proposed example of research implementation contributes to the formation of systemic thinking in students. We see the prospect of further research in the modeling of these processes using computer programming.

Key words: research methodology, systems thinking, Maxwell's distribution, scientific research, research project.

Актуальність проблеми. Упровадження ідеї співвідношення новітніх наукових ідей та класичної науки залишається нагальною проблемою. Особливого значення ця проблема набуває у педагогічних дослідженнях, зокрема методиці навчання природничих наук, технологій та професійної освіти. Швидкісне впровадження у виробничі процеси нанотехнологій привело нас до висновку про доцільність зробити ґрунтовний науково-методологічний аналіз співвідношення новітніх і класичних понять у змісті освітніх компонент підготовки

майбутніх фахівців природничої, технологічної та професійної галузей освіти. Практична реалізація таких наукових досліджень може здійснюватися шляхом виконання дослідницьких проєктів, виконання курсових і кваліфікаційних робіт, рефератів тощо. Сутність якраз і полягає в організації наукової діяльності, виявленні й активізації творчого інтелекту суб'єктів навчання, що забезпечує здобуття й практичне використання нових знань й отримання наукової продукції. Алгоритм вказаного здійснюється через: створення проблеми → форму-

вання гіпотези → використання нових методів дослідження → узагальнення і систематизацію результатів наукової діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Окресленням методології в наукових педагогічних дослідженнях узагальненого характеру ґрунтовно займалися Ю. Бабанський, Б. Гершунський, С. Гончаренко, В. Краєвський, В. Кремень, Н. Кузьміна, В. Садовський, М. Скаткин, В. Сластьонін, О. Сухомлинська П. Файербенд, В. Шубінський, Г. Щедровицький, Г. Цехмістрова, Е. Юдін та ін. Вони розглянули ґрунтовні концепції системних досліджень, визначили для педагогічних досліджень рівні методологічного аналізу, виділили структурні елементи системного підходу та діалектики. Значно менше ця проблема дістала розвитку в дослідженнях природничої, технологічної та професійної галузей освіти.

Вивчення студентами основ наукових досліджень, основ інженерно-педагогічних досліджень, де провідним є методологія, визначає їх професійне становлення, особливо при набутті досвіду написання курсових, кваліфікаційних та інших робіт, рефератів, проектів. Цьому напрямку присвятили свої дослідження А. Кузьмінський (Кузьмінський А. та ін., 2014), В. Романчиков (Романчиков В., 2007), Г. Цехмістрова (Цехмістрова Г., 2004), А. Єріна, В. Захожай, Д. Єрін (Єріна А., Захожай В., Єрін Д., 2004), В. Шейко, Н. Кушнарєнко (Шейко В., Кушнарєнко Н., 2002), Н. Бурау, В. Антонюк, Д. Півторак (Бурау Н., Антонюк В., Півторак Д., 2021).

Безумовно, такий підхід вимагає від формування у суб'єктів навчання системного мислення. Ряд американських психологів, зокрема науковець Дж. Гараєдагі розрізняє три покоління у розвитку системного мислення. До першого покоління він відносить рівень системного мислення, що відповідає рівням розвитку складним механістичним детермінованим системам. Епоха кібернетики та відкритих систем віднесена до другого рівня системного мислення, де розглядалася проблема взаємозалежності і самоорганізації систем. Третьому поколінню властива потрійна проблема взаємозалежності, самоорганізації і вибору в організованих системах (Гараєдагі Дж., 2007).

Теорія самоорганізації розглядається як розвиток від упорядкування до стану хаосу і більш вищого рівня розвитку систем, чим займалися

І. Прігожин, І. Стенгерс, А. Стьопін, Г. Хакен та ін. (Стьопін А., 2006).

Мета дослідження: виходячи з сучасних освітніх парадигм обґрунтувати підходи до вивчення проблеми розвитку методології в наукових дослідженнях під час проведення студентських досліджень в галузі природничих наук, технологій, професійної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У статті поняття методології наукового дослідження розглядається як висхідне положення, стрижнева розвивальна ідея проблеми. Вона розглядається поза меж наукової теми дослідження і, безумовно, не виводяться обраного дослідження. В її основі функціонують неінституціональні (поняття інститут є первинним елементом рушійної сили в освіті) і біхевіористський (в основі учіння лежить спостереження) підходи. Виходячи з цього методологія базується на принципах детермінізму, єдності психіки та діяльності, об'єктивності та розвитку (Юринєць В., 2011). Ми використовуємо (Абрамова О., Куценко Т., Садовий М., Соменко Д., Трифонова О., 2020) вказані поняття для опису методик, методів і методології у залежності від типу і особливостей діяльності студентів у залежності від вимог закладу освіти та наукового керівника.

Виходячи з визначених підходів ми дослідили співвідношення енергії макро- й мікросистем та частоти поширення коливань у збудженому матеріальному середовищі. Зокрема, з введенням в фізику М. Фарадеєм електричного та магнітного полів і наступним фундаментальним вивченням цих поняття Дж. Максвеллом привело до виникнення проблеми існування максимальної швидкості поширення збуджень у матеріальному середовищі та в цілому максимальної швидкості руху в природі. Такою швидкістю виявилася швидкість поширення світла у вакуумі. При цьому відпало поняття «далекодія».

У цьому зв'язку розглядаючи проблему, що є спільного у спектрах механічних та оптичних коливань приходимо до висновків: у механічних процесах зміна зовнішніх умов коливального процесу приводить до зміни частоти основного тону та всіх його гармонік; оптичні спектри відносяться до атомних; у дискретних атомних системах всі елементи мають одну й ту ж власну частоту коливань, які зв'язані між собою

певними квантовими законами; макроскопічних коливальних системах незмінність частоти коливань може підтримуватися незмінно неперервно за рахунок амплітуди коливань; в атомних системах енергія може змінюватися лише дискретно зі зміною частоти коливань. Звідси випливає проблема дослідження зв'язку енергії коливань макро- й мікротіл із їх частотою коливань.

Для забезпечення формування у суб'єктів навчання системного мислення запропонуємо їм знайти зв'язок між енергією і частотою коливань для макроскопічного тіла A , наприклад, у випадку математичного маятника. Простежимо як будуть змінюватися характеристики системи при поступовій, плавній зміні амплітуди маятника l . Під плавністю зміни амплітуди на Δl будемо розуміти процес великої кількості періодів за такої довжини. Зменшення довжини маятника приведе до збільшення його частоти коливань ν . Необхідно дослідити, як при цьому буде вести себе енергія E . Зауважимо, що зменшення амплітуди пов'язане зі співвідношенням $\Delta E = \frac{l\alpha^2}{2}$ (рис. 1).

Силу, з якою проводимо зменшення амплітуди коливання маятника можна розглядати як результат двох складових. Одна зрівноважує силу тяжіння вздовж лінії маятника $F_n = F_1 = mg \cos \alpha$. Другою складовою є доцентрова сила $F_2 = \frac{mv^2}{l}$. Згідно законів механіки кожна з цих сил виконує роботу, коли поступово зменшуємо довжину маятника на величину Δl .

$A_1 = -F_1 \Delta l = -\Delta l mg \cos \alpha$, $\cos \alpha_{cp}$ – є середнім значенням α для визначеної зміни Δl довжини маятника. З початкових умов можна визначити граничний кут α_{cp} відхилення маятника. Для малих змін кута відхилення використаємо співвідношення $\cos \alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2}$. Тоді $\cos \alpha = 1 - \frac{\alpha_{cp}^2}{4}$. Підставимо одержані вирази у формулу для визначення роботи при зміні довжини маятника на малу величину $A_1 = -\Delta l mg \left(1 - \frac{\alpha_{cp}^2}{4}\right)$.

Далі визначимо роботу доцентрової сили $A_2 = -F_2 \Delta l = -\frac{mv^2}{l} \Delta l$, $\overline{v^2}$ – середній квадрат швидкості руху кульки маятника. Враховуючи $\overline{v^2} = \frac{l^2 \omega^2 \alpha_{cp}^2}{2}$ знайдемо вираз для цієї роботи $A_2 = -\frac{\Delta l m l \omega^2 \alpha_{cp}^2}{2}$. Повна енергія буде складати $A = A_1 + A_2 = -\Delta l mg + \left(\frac{mg \alpha_{cp}^2}{4} - \frac{m l \omega^2 \alpha_{cp}^2}{2}\right) \Delta l$. В одержаному виразі перша складова означає величину роботи з переміщення центру тяжіння маятника. Фізичний зміст другої складової вказує на роботу зі зміни енергії коливання. З теорії механічних коливань відомо, що $\omega = 2\pi\nu = \sqrt{\frac{g}{l}}$. Тоді вираз для визначення роботи, що йде на зміну енергії коливань набуде форми $\Delta E = \left(\frac{mg \alpha_{cp}^2}{4} - \frac{m l \omega^2 \alpha_{cp}^2}{2}\right) \Delta l = -\frac{mg \alpha_{cp}^2}{4} \Delta l$. Отже, маємо математичний вираз для знаходження роботи, що затрачена на зміну енергії коливань математичного маятника за визначених початкових умов. Якщо брати максимальне відхилення математичного маятника від положення рівноваги, то одержимо максимальне значення потенціальної енергії, яка рівна повній енергії (в цій точці кінетична енергія рівна нулю, бо швидкість руху маятника в крайній

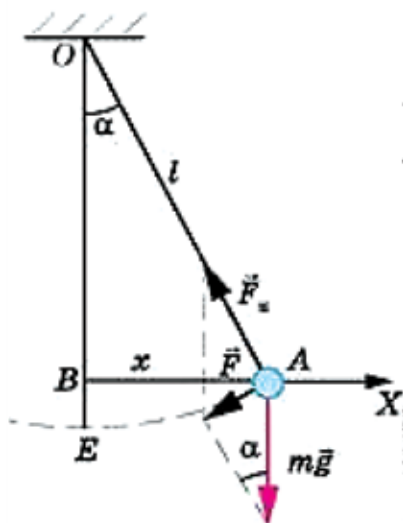


Рис. 1. Математичний маятник

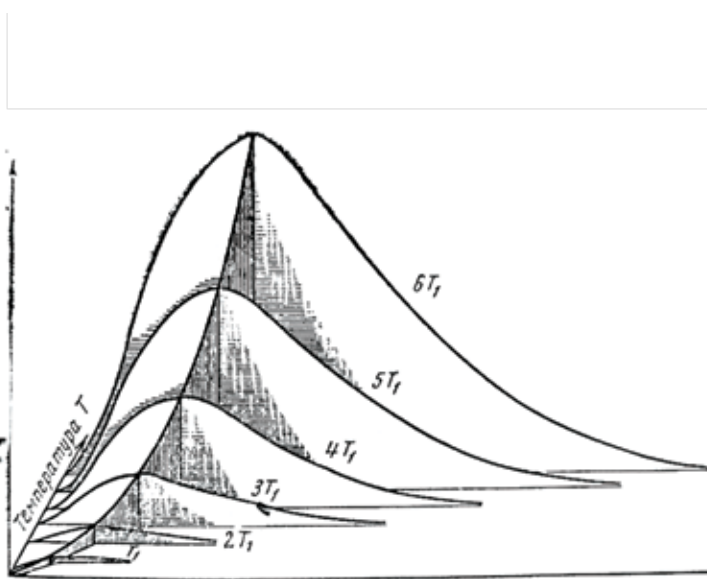


Рис. 2. Розподіл енергії у спектрі

точці рівна нулю). Таким чином, повна енергія буде рівна $E_{\text{ном}} = \frac{mgl\alpha_{\text{кр}}^2}{2}$.

Відношення приросту енергії коливань до повної енергії $\frac{\Delta E}{E} = -\frac{\Delta l}{2l}$. Звідси випливає, що коли змінюється довжина математичного маятника відповідна зміна частоти коливань визначається співвідношенням $\frac{\Delta \nu}{\nu} = -\frac{\Delta l}{2l} = \frac{\Delta E}{E}$, або $\frac{E}{\nu} = \frac{\Delta E}{\Delta \nu}$. Це означає, що $\frac{E}{\nu} = \text{const}$, або $E = \nu \cdot \text{const}$.

Таким чином, відношення повної енергії коливального руху математичного маятника до частоти коливання за малих амплітуд, коли повільно змінюється довжина маятника є величиною постійною.

Для різних маятників ця чисельна величина набуває своїх значень і залежить від початкових умов (довжини маятника, амплітуди).

Аналогічних результатів досягаємо у випадку фізичного маятника та для тіла, що обертається навколо своєї осі. Тоді можна зробити узагальнений висновок: відношення енергії коливання маятників різного роду до частоти їхніх коливань рівне певній константі.

Тепер розглянемо співвідношення енергії коливань та частоти в атомних системах. Г. Кіргоф відкрив закон співвідношення випромінювальної здатності будь-якого тіла та поглинальної здатності при заданих температурах і довжині хвилі $(\lambda, T) = \alpha(\lambda, T)$. Подальші дослідження привели вчених до висновку, що для опису законів випромінювання та поглинання, зокрема світла доцільно ввести поняття моделі ідеально випромінюваного тіла – абсолютно чорного тіла (АЧТ).

Прикладами таких моделей може бути закритий з усіх сторін непроникний для світла ящик із чорного паперу, металу, кераміки, в стінці яких зроблено один невеликий отвір (рис. 3).

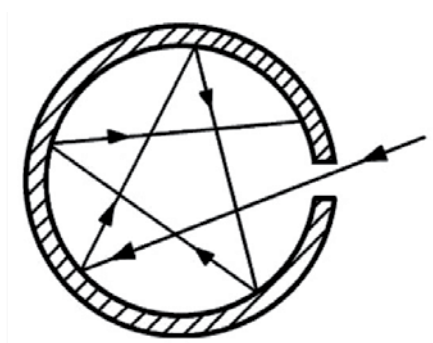


Рис. 3. Модель АЧТ

Промінь світла, що потрапив всередину ящика після багаторазового відбивання не має змоги вийти із нього. Для кожного матеріалу, з якого виготовлено ящик є обмеження у діапазоні температур: для паперу – до 150-200°C, для заліза – 1000-1400°C, для кераміки – до 3000°C.

На рисунку показано тримірні графіки спектрів випромінювання АЧТ за різних температур (рис. 2) із площинами перетинів. На горизонтальній осі відкладаються значення частоти енергії випромінювання, вертикальна вісь фіксує значення енергії випромінювання, за віссю перпендикулярною до частоти (горизонтальна площина) відкладаються значення температури тіла. Положення максимуму лінійно зміщується в область більш високих частот із зростанням температури.

Електромагнітна теорія Максвелла ґрунтовно теоретично пояснила процеси випромінювання, поглинання та поширення електромагнітних хвиль.

Над проблемою спектрів випромінювання та поглинання електромагнітних хвиль АЧТ виходячи з термодинамічних уявлень працювали десятки вчених, в тому числі й М. Планк. На основі узагальнення великого масиву експериментальних даних, електромагнітної теорії Максвелла й термодинаміки Л. Больцмана, праць Г. Кіргофа, Ж. Релея та Д. Джінса М. Планк представив неперервний спектр АЧТ незалежний від роду речовини у вигляді елементарних електромагнітних осциляторів енергії (рис. 4) (Кучерук І., Дущенко В., 1991). В результаті він одержав формулу, яка добре описувала експериментальні графіки спектру випромінювання АЧТ $\rho(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$, де ν – частота випромінювання, h – стала Планка,

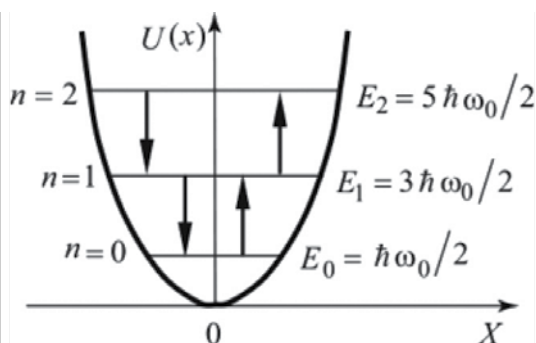


Рис. 4. Модель квантового осцилятора

k – стала Больцмана, T – абсолютна температура, c – швидкість світла. Добуток $h\nu$ має розмірність енергії і за змістом відповідає енергії коливань елементарного осцилятора для даної частоти. Випромінювання абсолютно чорного тіла є результатом того, що атоми-вібратори стали джерелами електромагнітних хвиль.

Експериментально побудовані графіки (рис. 2) в повній мірі відповідають функції розподілу енергії М. Планка за різних температур.

Як і у випадку з маятником у М. Планка також виникла проблема, що полягає у з'ясуванні зв'язку енергії та частоти. Аналогічно постала необхідність у введенні сталої, яка дістала назву кванта дії h . Тоді впливає ґрунтовна формула $E = h\nu$. У випадку математичного маятника мала місце подібна за формою функція $E = \nu \cdot \text{const}$. В обох випадках простежується зв'язок між енергією та частотою. Звідси можна зробити узагальнений висновок, що для атомних процесів зміна енергії відбувається порціями величиною $h\nu$, як і у випадку з маятником, де зміна енергії визначається через добуток константи на частоту – $\text{const} \cdot \nu$. Така закономірність є універсальною властивістю, яка не залежить від роду речовини. М. Планк обрахував величину h , яка складає значення $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Зауважимо, що при виводі функції М. Планк АЧТ зобразив у вигляді множини елементарних електромагнітних осциляторів (атомів).

У приведених прикладах міститься доказова база сталості частот у спектрах. Універсальна стала для розмірів атомних систем має бути досить малою, бо в окремого атома енергія набагато менша за енергію макроскопічного тіла, яке складається з величезної кількості атомів. Звідси впливає, що для макротіла n набуває великого значення, що і є причиною того, що неможна спостерігати дискретності зміни енергії без зміни частоти коливань, так як таких індикаторів за нинішніх умов розвитку техніки не існує.

Із одержаного співвідношення М. Планка впливає висновок: так як відношення енергії коливань до частоти коливання маятника рівна певній сталій розмірності Дж·с, то для коливального маятника атомних розмірів ця величина може виявитися певною конкретною однаковою для всіх процесів.

Із гіпотези Планка, постулатів Бора, досліджень І. Тамма впливає, що енергія коливальних процесів атомних систем також набуває

значень згідно закономірності $E = nh\nu$, де n – ціле число, h – універсальна стала.

У Нобелівській промові М. Планк підкреслив, що при теоретичному обґрунтуванні встановленої ним формули він усвідомлював фундаментальність констант, що входять до неї: π , c , e , k , h . Універсальність одержаної функції розподілу енергії у спектрі випромінювання та поглинання АЧТ полягає й у тому, що за її допомогою М. Планк відразу визначив величину сталої Больцмана, вперше в науці теоретично визначив число Авогадро (1908), із об'єднаного закону електролізу, куди входить число Авогадро, теоретично визначив заряд електрона. Звідси впливає наступний фундаментальний висновок: *співпадіння числових значень вказаних фундаментальних констант встановлених теоретично та одержаних у результаті проведення множини дослідів свідчить про те, що фундаментальні константи використані М. Планком є фундаментальними особливостями оточуючого світу.*

Дослідження вчених в галузі випромінювання та поглинання електромагнітних хвиль, які узагальнив М. Планк привели також до висновку про реальність дискретності енергії в оточуючому середовищі, а тому виникла необхідність введення поняття про співвідношення перервного (дискретного) та неперервного в Природі. З часів теорії Максвелла й аж до гіпотези Планка про квант дії вважалося, що всі процеси в природі є неперервними. Починаючи з М. Планка суперечність, що виникла в подальшому вирішувалася через розвиток та впровадження в новітню теорію ідеї Л. де Бройля, а потім до створення нової теорії про будову та властивості речовини П. Дебаєм, Е. Шредінгером, Г. Гейзенбергером, П. Діраком, І. Таммом. У результаті виникла квантова механіка, яка дала вичерпну відповідь на проблему співвідношення дискретного та неперервного в Природі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У ході проведеного дослідження ми реалізували методологічний підхід виходячи із сучасних освітніх парадигм, що базуються на засадах наукових дослідження під час організації та проведення студентських досліджень в галузі природничих наук, технологій, професійної освіти, реалізації проектів на прикладі розгляду проблеми співвідношення енергії та частоти коливань макро- та мікро збуджених систем. Проблема, що розглядається має перспективу в подальшому моделюванні з використанням комп'ютерного програмування.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Єріна А.М., Захожай В.Б., Єрін Д.Л. *Методологія наукових досліджень: навч. посібн.* К.: Центр учбової літератури, 2004. 212 с.
2. Кучерук І.М., Душенко В.П. *Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: навч. посібн.* К.: Вища шк., 1991. 463 с.
3. *Методичні рекомендації до підготовки курсових і дипломних (кваліфікаційних) робіт: для студентів спеціальності 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями) I (бакалаврського) рівня вищої освіти.* [укл.: О.В. Абрамова, Т.В. Куценко, М.І. Садовий, Д.В. Соменко, О.М. Трифонова]. Заг. ред. М.І. Садового. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020. 76 с.
4. *Методологія наукових досліджень у галузі: практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Н.І. Буряу, В.С. Антонюк, Д.О. Півторак.* КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 58 с.
5. Романчиков В.І. *Основи наукових досліджень: навч. посібн.* К.: Центр учбової літератури, 2007. 254 с.
6. Садовий М.І., Трифонова О.М., Хомутенко М.В. *Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки.* 2016. Вип. 7. С. 8–16.
7. *Сталий розвиток – Науковий дебют 2013 / наук. ред.: А. Кузьмінський, Х. Кретецький, С. Давидзюк.* Warszawa, WSM, 2014. 352 с.
8. Стьопін А.О. *Синергетичні виміри розвитку України: історія і сучасність.* Одеса: Астропринт, 2006. 156 с.
9. Трифонова О.М., Садовий М.І. *Інформаційні технології в наукових дослідженнях. Педагогічні науки.* Херсон, 2022. Вип. 98. С. 27–34.
10. Цехмістрова Г.С. *Основи наукових досліджень: навч. посібн.* К.: Вид. Дім «Слово», 2004. 240 с.
11. Шейко В.М., Кушнаренко Н.М. *Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручн.* 2-ге вид. К.: Знання-Прес, 2002. 295 с.
12. Юринець В.Є. *Методологія наукових досліджень: навч. посібник.* Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 178 с.
13. Gharajedaghi J. *Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture.* URL: [https://ccsuniversity.ac.in/bridge-library/magazine/Systems%20Thinking,%20_%20Managing%20Chaos%20and%20Complexity_%20A%20Platform%20for%20Designing%20Business%20Architecture%20\(%20PDFDrive.com%20\).pdf](https://ccsuniversity.ac.in/bridge-library/magazine/Systems%20Thinking,%20_%20Managing%20Chaos%20and%20Complexity_%20A%20Platform%20for%20Designing%20Business%20Architecture%20(%20PDFDrive.com%20).pdf) (дата звернення: 14.09.2022).

REFERENCES:

1. Yerina, A.M., Zakhzhay, V.B., Yerin, D.L. (2004) *Metodolohiya naukovykh doslidzhen [Methodology of scientific research]: navch. posibn.* K.: Tsentr uchbovoyi literatury [in Ukrainian].
2. Kucheruk, I.M., Dushchenko, V.P. (1991) *Zahal'na fizyka. Optyka. Kvantova fizyka [General Physics. Optics. Quantum physics]: navch. posibn.* K.: Vyshcha shk. [in Ukrainian].
3. Abramova, O.V., Kutsenko, T.V., Sadovyi, M.I., Somenko, D.V., Tryfonova, O.M. (2020) *Metodychni rekomendatsiyi do pidhotovky kursovykh i dyplomykh (kvalifikatsiynykh) robit: dlya studentiv spetsial'nosti 015 Profesiynna osvita (za spetsializatsiyamy) persho (bakalavr's'koho) rivnya vyshchoyi osvity [Methodological recommendations for the preparation of course and diploma (qualification) works: for students of specialty 015 Professional education (by specialization) of the first (bachelor) level of higher education].* Kropyvnyts'kyi: RVV TSDPU im. V. Vynnychenka [in Ukrainian].
4. Buraui, N.I., Antonyuk, V.S., Pivtorak, D.O. (2021) *Metodolohiya naukovykh doslidzhen' u haluzi: praktykum [Methodology of scientific research in the field]: navch. posib. dlya stud. spetsial'nosti 151 «Avtomatyzatsiya ta komp'yuterno-intehrovani tekhnolohiyi».* K.: KPI im. Ihorya Sikors'koho [in Ukrainian].
5. Romanchukov, V.I. (2007) *Osnovy naukovykh doslidzhen' [Basics of scientific research]: navch. posibn.* K.: Tsentr uchbovoyi literatury [in Ukrainian].
6. Sadovyi, M.I., Tryfonova, O.M., Khomutenko, M.V. (2016) *Metodyka formuvannya uyavlen' pro suchasnu naukovu kartynu svitu v khmaro oriyentovanomu navchal'nomu seredovyshchi [The method of forming ideas about the modern scientific picture of the world in a cloud-oriented educational environment].* *Visnyk Cherkas'koho natsional'noho universytetu. Seriya: Pedagogichni nauky.* 7. 8–16 [in Ukrainian].
7. Kuz'mins'kyi, A., Kretsek, K.H., Davydzjuk, S. (2014) *Stalyi rozvytok – Naukovyy debyut 2013 [Sustainable development – Scientific debut 2013].* Warszawa, WSM [in Ukrainian].
8. St'opin, A.O. (2006) *Synerhetychni vymiry rozvytku Ukrayiny: istoriya i suchasnist' [Synergistic dimensions of the development of Ukraine: history and modernity].* Odessa: Astroprynt [in Ukrainian].
9. Tryfonova, O.M., Sadovyi, M.I. (2022). *Informatsiyni tekhnolohiyi v naukovykh doslidzhennyakh [Information technologies in scientific research].* *Pedahohichni nauky.* 98. 27–34 [in Ukrainian].
10. Tsekhmistrova, H.S. (2004) *Osnovy naukovykh doslidzhen' [Basics of scientific research] navch. posibn.* K.: Vyd. Dim «Slovo» [in Ukrainian].

11. Sheyko, V.M., Kushnarenko, N.M. (2002) *Orhanizatsiya ta metodyka naukovo-doslidnyts'koyi diyal'nosti [Organization and methodology of scientific research activity]: pidruchn.* К.: Znannya-Pres [in Ukrainian].
12. Yurynets', V.YE. (2011) *Metodolohiya naukovykh doslidzhen' [Methodology of scientific research]: navch. posibnyk.* L'viv : LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].
13. Gharajedaghi J. Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture. URL: [https://ccsuniversity.ac.in/bridge-library/magazine/Systems%20Thinking,%20_%20Managing%20Chaos%20and%20Complexity_%20A%20Platform%20for%20Designing%20Business%20Architecture%20\(%20PDFDrive.com%20\).pdf](https://ccsuniversity.ac.in/bridge-library/magazine/Systems%20Thinking,%20_%20Managing%20Chaos%20and%20Complexity_%20A%20Platform%20for%20Designing%20Business%20Architecture%20(%20PDFDrive.com%20).pdf) (data zvernennia: 14.09.2022) [in English].