

СТРУКТУРА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ

STRUCTURE OF RESEARCH COMPETENCE OF PHYSICS STUDENTS

Стаття присвячена актуальній на сьогодні проблемі формування дослідницької компетентності учнів під час навчання фізики. В умовах стрімкого розвитку науки, техніки та сучасної освіти пріоритетним завданням стає вирішення проблеми розвитку в учнів дослідницьких навичок, критичного та творчого мислення, що у гармонійному поєднанні стає ключовим елементом формування дослідницької компетентності. У роботі наводиться визначення поняття дослідницької компетентності учнів з фізики, описується її структура та основні складові. Пропонується структура дослідницької компетентності, що включає загальнонаукові знання та вміння, експериментальні навички, креативність, комунікативні навички, критичне мислення і самооцінку. Обґрунтовується необхідність комплексного підходу до створення і впровадження методики формування дослідницької компетентності учнів з фізики. Окрема увага приділяється дослідницьким умінням учнів, зокрема вмінням планувати та проводити дослідження, аналізувати його результати, робити узагальнення та формулювати висновки. У статті запропоновано етапи формування дослідницької компетентності в навчальному процесі, а саме: проєктувальний, експериментальний, аналітичний та узагальнюючий. У роботі зазначено, що для ефективного розвитку дослідницьких компетентностей учнів під час вивчення фізики необхідне створення комплексу педагогічних умов. У статті наведено власну структуру дослідницької компетентності учнів з фізики, що включає когнітивний, ціннісно-мотиваційний, операційно-діяльнісний та рефлексивний компоненти. Наголошується, що для ефективного формування дослідницької компетентності учнів необхідний комплексний підхід, що включатиме впровадження спеціальних методик, широке використання інформаційних технологій, стимулювання самостійної дослідницької роботи здобувачів тощо.

Ключові слова: дослідницька компетентність, засоби ІКТ, дослідницька діяльність, дослідження, фізика.

The article is devoted to the currently relevant problem of the formation of students' research competence during physics education. In the conditions of the rapid development of science, technology and modern education, the priority task is to solve the problem of developing students' research skills, critical and creative thinking, which in a harmonious combination becomes a key element in the formation of research competence. The work defines the concept of research competence of students in physics, describes its structure and main components. A structure of research competence is proposed, which includes general scientific knowledge and skills, experimental skills, creativity, communication skills, critical thinking and self-assessment. The need for a comprehensive approach to the creation and implementation of the methodology for the formation of research competence of students in physics is substantiated. Particular attention is paid to students' research skills, in particular, the ability to plan and conduct research, analyze its results, make generalizations and formulate conclusions. The article proposes the stages of formation of research competence in the educational process, namely: projective, experimental, analytical and generalizing. The work states that for the effective development of students' research competences during the study of physics, it is necessary to create a set of pedagogical conditions. The article presents the own structure of research competence of students in physics, which includes cognitive, value-motivational, operational-activity and reflective components. It is emphasized that for the effective formation of students' research competence, a comprehensive approach is necessary, which will include the implementation of special methods, the wide use of information technologies, the stimulation of independent research work of applicants, etc.

Key words: research competence, ICT tools, research activity, research, physics.

УДК 373.5.091.3:53:001.8-047.22
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/68.2.50>

Сипчук Є.Ю.,
аспірант кафедри педагогіки вищої школи
Донбаського державного педагогічного
університету

Постановка проблеми у загальному вигляді.

В сучасних умовах стрімкої модернізації освіти, появи інноваційних технологій та розвитку ІКТ, пріоритетним завданням сучасної освіти стає пошук вирішення проблеми розвитку в здобувачів дослідницької компетентності. Школярі мають не тільки здобувати готові знання, але й проявляти власну ініціативу, зусилля, дослідницькі та пошукові навички, що спрямовані на відкриття нових знань та створення інтелектуальних продуктів. Саме дослідницька діяльність є ключем для формування дослідницької компетентності учнів. Вона є важливою складовою загальної компетентності учнів та має велике значення для їх майбутнього навчання та кар'єри, а також для розвитку науки та технологій у цілому. Сучасна освіта протягом останніх років займається пошуком

шляхів удосконалення рівня підготовки українських здобувачів із природничо-наукових дисциплін та намагається привести їх у відповідність міжнародним вимогам. Результати міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 показали, що українські підлітки мали складнощі із завданнями, що містили елементи моделювання й симуляції, де необхідно було приймати рішення, формулювати висновки, спираючись на дані, отримані в межах експериментів. Водночас значна частка українських підлітків не досягла навіть базового рівня сформованості математичної, читацької та природничо-наукової грамотності, тобто не дотягує до другого рівня із шести можливих [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз педагогічної літератури показує, що питанням формування дослідницької компетентності під

час вивчення фізики займались провідні українські та закордонні вчені Ю. Алієв (Y. Aliyev), В.Ю. Биков, Л. Бойд (L. Boyd), О.Ю. Буров, Р. Вішковскі (R. Wishkoski), А. Вогель (A. Vogel), М. Воллмер (M. Vollmer), А. Гатеолбахра (A. Ghateolbahra), А. Гофштейн (A. Hofstein), Г. Джонс (G. Jones), Д. Еббот (D. Abbott), Д.О. Засєкін, Н.А. Іваницька, А. Ків (A. Kiv), Д. Крайчик (J. Krajcik), К'яверіна (C. Chiaverina), В. Лунетта (V. Lunetta), Р. Мамлок (R. Mamlok), О.В. Мерзликін, Н.О. Ментова, Е. Обєрг (E. Skantz-Åberg), С. Суриагірі (S. Suriagiri), Х. Удеозор, С. Уейкс (S. Wakes), Г. Уолберг (H. J. Walberg), Е. Уорд (E. Ward), К. Фолі (K. Foley), Б. Хар (B. Hug), М. Ханіф (M. Hanif), Д. Хестенес (D. Hestenes), І. Хусті (I. Huszti), І.С. Чернецький, Г. Шрай (G. Schraw) та інші.

Дослідження, проведене в США [16], показало, що дослідницька діяльність викликає в учнів почуття тривоги. Проте впровадження в освітні програми курсів з методів дослідження сприяє розвитку навичок, необхідних у дослідницькій практиці, та сприяє розвитку самоєфективності молодих дослідників. Зростає впевненість здобувачів у застосуванні методів дослідження в нових галузях досліджень. Учні більш ефективно планують та організують власні дослідження, мають досвід представлення їх результатів, розробки рекомендацій щодо їх використання та подальших досліджень.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій, одним із пріоритетних завдань сучасної освіти є забезпечення оволодіння здобувачами основними компетентностями та навичками задля успішного особистісного розвитку, науки та техніки в цілому. Навчання учнів способами здобування і опрацювання інформації шляхом дослідницької діяльності в межах компетентісного підходу є актуальною проблемою освіти. Таке завдання вимагає цілеспрямованого розвитку дослідницької компетентності здобувачів, що сприяє прояву діяльнісного начала особистості, укріпленню потреби людини у пізнанні [4, с. 4]. Проблема формування дослідницької компетентності учнів у науково-методичній літературі ґрунтовно досліджується серед вчених та педагогів, однак, проблема розвитку дослідницької компетентності саме з фізики залишається недостатньо розглянутою та вимагає більш детального вивчення.

Мета статті: детально проаналізувати та визначити сутність і зміст поняття «дослідницька компетентність учнів з фізики», описати структуру дослідницької компетентності та основні дослідницькі вміння учнів з фізики, зазначити етапи формування дослідницької компетентності учнів на уроках фізики, вказати структурні компоненти дослідницької компетентності учнів з фізики.

Виклад основного матеріалу. Дослідницька компетентність учнів з фізики – це здатність і бажання учнів досліджувати фізичні явища, розуміти сутність, знаходити способи їх пояснення та використання. Ця компетентність забезпечує розвиток різних навичок, таких як аналіз, оцінка, інтерпретація даних, формулювання та перевірка гіпотез, визначення наукових запитів та пошук відповідей на них. Для розвитку дослідницької компетентності учнів з фізики необхідно створити сприятливі умови, такі як використання інтерактивних методів навчання, залучення учнів до дослідницької діяльності та навчання в рамках різноманітних проєктів, використання інформаційно-комунікаційних технологій, інтеграція наукових дисциплін тощо. Основними складовими дослідницької компетентності є знання фізики та здатність використовувати їх у практичних дослідженнях, розвиток критичного мислення та аналітичних навичок, здатність до співпраці та комунікації, зокрема в групах, а також вміння використовувати сучасні технології для збору та аналізу даних.

Дослідницька компетентність може бути сформована під час навчальної та позашкільної дослідницької діяльності [9]. Наприклад, більшість освітніх програм містять предмети, метою яких є формування дослідницьких компетентностей учнів. Вони повинні забезпечити можливість учням зрозуміти основи дослідження, навчити не сприймати факти за істину, а ставити їх під сумнів і аналізувати. Для цього необхідно якомога раніше залучати учнів до науково-дослідної діяльності. Інноваційні комунікаційні технології відіграють важливу роль не лише у розвитку дослідницької компетенції, а й в організації дистанційного навчання. Вони дають можливість обирати теми учнівських проєктів, реалізовувати експериментальні та теоретичні дослідження, проводити дистанційні, реальні та обчислювальні експерименти, використовувати віртуальні лабораторії тощо [13]. Онлайн-ресурси можуть бути джерелами інформації, що використовуються учнями під час уроків у класі та під час самостійної роботи. Останнім часом набули популярності різноманітні онлайн-платформи для розміщення інтерактивних освітніх ресурсів [15].

Удосконалення ефективності дослідницької діяльності сприяє підвищенню рівня дослідницької компетентності. Додаткові можливості, що надають ІК технології, дозволяють проводити дослідження, що складно реалізувати в реальних умовах, коли спеціальне обладнання відсутнє, проведення дослідження є нереальним або небезпечним у виконанні. Також можуть використовуватися віртуальні лабораторії та симуляції, програмне забезпечення, що дозволяє моделювати різні процеси.

Досвід, отриманий під час пандемії 2020 року, безповоротно змінив систему освіти. Вчителі розробили додаткові відеоматеріали, посібники, тестові завдання, вікторини, з метою заохочення учнів до активної навчальної діяльності, стимулювання самостійного навчання та розвитку різних навичок [14]. Проведення наукових експериментів у лабораторіях є відповідним способом розвитку у здобувачів здатності застосовувати знання в практичних ситуаціях, їх здатності до навчання, критичних і самокритичних здібностей.

В. В. Вербицький визначає становлення дослідницької компетентності як «процес цілеспрямованого, закономірного розвитку навичок і вмінь визначення мети, цілевиконання в дослідницькій діяльності. Дослідницька діяльність виступає як форма організації освітнього процесу, як мотивована, самоорганізована діяльність, обумовлена логікою наукового дослідження та особистісним ставленням до розглянутої проблеми і спрямована на отримання нового знання» [3, с. 46].

Дослідницькі вміння І. С. Чернецький визначає як інтегроване психічне утворення, до складу якого входять інтелектуально-творчі, інформаційні та організаційні уміння, рівень сформованості котрих визначає готовність і здатність учнів усвідомлено й самостійно здійснювати навчально-дослідницьку діяльність [8, с. 2].

Дослідницею Н. А. Іваницькою були виділені наступні вміння [5]:

- вміння практичного характеру, що включає в себе фіксацію показів фізичних приладів, правила їх налаштування та використання;
- більш складні вміння практичного характеру, що включають в себе вимірювання фізичних величин шляхом непрямих вимірювань;
- експериментальні вміння, що включають вміння планувати та підготувати експеримент, спостерігати за фізичними процесами, вимірювати фізичні величини, обробляти та інтерпретувати результати експерименту тощо;
- узагальнені експериментальні вміння, що включають вміння формулювати мету дослідження, висувати гіпотези та припущення ґрунтуючись на фізичних концепціях та законах, теоретично обґрунтовувати спосіб або метод дослідження фізичного об'єкта, планувати експеримент;
- вміння проводити теоретичні дослідження.

Н. А. Іваницька на основі наведеного переліку вмінь виділяє дослідницькі вміння – комплекс, що включає в себе попередні групи вмінь, а також передбачає активне використання вмінь інтелектуального характеру, що у повній мірі дозволяють здобувачам проводити аналіз результатів дослідів, що отримані різними способами [5, с. 4-5].

Вчителю в умовах навчального процесу складно застосовувати різноманітні методи та

форми навчання для розвитку в учнів дослідницьких навичок. Тому велика перевага віддається самостійній навчально-пізнавальній та дослідницькій діяльності. Безпосередній синтез навчальної діяльності та самоосвіти вважається найбільш вдалим та ефективним засобом організації навчальної та предметної діяльності здобувачів. Це сприяє підвищенню інтелектуальних здібностей та формуванню дослідницької компетентності. Ключовим елементом у формуванні практичних вмінь та дослідницьких навичок виступає навчальний фізичний експеримент (дослід). Цей метод роботи відіграє важливу роль під час навчання і є фундаментом вивчення фізики як навчального предмета. Основними джерелами фізичних знань та вмінь виступають фізичні дослідження (експерименти), що відтворюються вчителем або самими здобувачами. Таким чином учні знайомляться із фізичними приладами, обладнанням, опановуючи спочатку принцип дії, а вже після й застосуванням їх на практиці. Здобувачі можуть організувати дослідження без контролю вчителя у формі простих дослідів, що проводяться вдома, в побуті, на природі тощо. Подібні позаурочні дослідження та спостереження за навколишніми явищами відіграють важливу роль у формуванні дослідницької компетентності.

Наукове дослідження є потужним способом зрозуміти зміст науки, оскільки під час дослідницької діяльності учні ставлять питання, висувують гіпотези та формують наукові висновки. Крім того, А. Гофштейн (А. Hofstein) і Г. Уолберг (Н. J. Walberg) [11] повідомили, що дослідницькі лабораторії є центральними для вивчення природничих наук, оскільки здобувачі беруть участь у процесі вирішення проблемних питань, формулювання гіпотез, планування експериментів, збору та аналізу даних, формування висновків про фізичні проблеми, закони чи явища. Пропонується їх інтегрування з іншими додатковими видами діяльності, наприклад, розвиток наукових концепцій, відповідних наукових навичок і досвіду. Слід пам'ятати, що запит учнів може варіюватися від самостійного проведення дослідження з різних наукових питань до організації дослідницького роботи всім класом [12]. Відомий фізик та дослідник Д. Хестенес (D. Hestenes), який займався проблемою формування дослідницької компетентності на уроках фізики у своїй роботі «Modeling Instruction in Mechanics» [10] описує підхід до викладання механіки, що базується на використанні моделювання як ключового елемента навчання. Вчений пропонує, щоб здобувачі не тільки вивчали фізичні закони і формули, але й користувалися побудовою моделей та їх апробацією через експерименти та обговорення. Дослідник акцентує увагу на активному залученні студентів до дослідницької діяльності, розвитку їх критичного мислення, розумінні

побудови моделей та їх експериментальної перевірки.

За В. Ю. Биковим [1, с. 247], процес побудови моделі формування дослідницьких компетентностей учнів у навчанні фізики має розпочинатися з встановлення глобальної цілі їхнього формування, що виражається у термінах кінцевих результатів набуття дослідницьких компетентностей. Основна мета формування дослідницьких компетентностей у навчанні фізики визначається зовнішніми вимогами, такими як Державні освітні стандарти, навчальні програми, концепції, положення, особливості фізики як природничої дисципліни, а також потреби суспільства та особистості.

В своїй роботі [6, с. 9], Н. О. Ментова наголошує на необхідності забезпечення учнів експериментальними навичками як важливої проблеми, що вимагає перегляду концепції освіти. Автор вважає, що цю проблему можна вирішити шляхом мотивації учнів отримувати індивідуальний досвід та ефективно використовувати його при застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчально-виховному процесі, що передбачає заміну застарілих засобів навчання сучасними та впровадження нових методів і форм навчання. Одночасно, майбутнім дослідникам необхідно володіти якостями, необхідними для опанування нового сучасного обладнання.

Спираючись на досвід українських та зарубіжних вчених наведемо етапи формування дослідницької компетентності під час навчання фізики:

1. Проєктувальний етап (планування дослідження, висунення гіпотез та припущень, моделювання, добір та підготовка необхідних інструментів для спостереження фізичних процесів та фіксації явищ, проєктування дослідницької діяльності, постановка задач тощо).

2. Експериментальний етап (виконання плану дослідження, проведення обчислювального експерименту, застосування обладнання та інструментів для фіксації перебігу фізичних процесів, реалізація проєкту дослідження, розв'язування експериментальних та практичних задач тощо).

3. Аналітичний етап (обробка отриманих даних, пошук пояснень для спостережуваних явищ, аналіз фактів, процесів та отриманих залежностей, систематизація отриманих результатів та перевірка їх правильності, встановлення закономірностей тощо).

4. Узагальнюваний етап (оцінка результатів експерименту, перевірка досягнення мети та коригування плану, подання висновків, що базуються на отриманих даних, перевірка гіпотез та припущень, їх корегування або висунення нових, перевірка виявлених закономірностей, тенденцій та відмінностей, опрацювання та подання результатів дослідження та висновків до нього тощо).

Отже, для сприяння розвитку дослідницької компетентності учнів можна використовувати експериментальні домашні завдання, що включають етапи проведення дослідницької діяльності. Цей підхід до самостійної роботи учнів сприяє зміцненню та поглибленню їхніх знань, розвитку експериментальних вмій та навичок, а також формуванню творчої самостійності, здатності до самоосвіти та внутрішньої рефлексії. Таким чином, розвиток дослідницької компетентності учнів основної школи у навчанні фізики вимагає створення комплексу педагогічних умов:

1. Методика формування дослідницької компетентності повинна ґрунтуватися на комплексі дослідницьких завдань, що дозволяють учням засвоювати основи наукових знань та методи наукового дослідження.

2. Організація самостійної навчально-дослідницької діяльності вдома повинна враховувати принципи особистісного розвитку та індивідуальні інтереси учнів.

3. У навчальному процесі варто надавати перевагу демократичному стилю педагогічного керівництва, тоді як домашня навчально-дослідницька діяльність має стимулювати активну позицію учнів у власній навчально-пізнавальній діяльності.

4. Вчитель повинен забезпечити учнів організаційними вміннями та навичками пізнавальної діяльності, що допоможуть їм самостійно керувати домашньою навчально-пізнавальною роботою.

У структурі дослідницької компетентності автори [7] виділяють такі групи умінь і навичок:

– мисленнєві уміння й навички (аналіз, порівняння, узагальнення та систематизація, визначення та пояснення понять, цілепокладання, планування тощо);

– пошукові й інформаційні (уміння та навички працювати з різними джерелами інформації, знаходити інформацію за каталогами, структурування інформації, оцінювання інформації, володіння мультимедійними технологіями тощо);

– комунікативні й соціальної взаємодії (уміння слухати й розуміти інших, виражати себе, знаходити компроміс, взаємодіяти в групі, співробітництво й толерантність тощо);

– спеціальні дослідницькі навички (проведення інструментального експерименту, обробка, аналіз та представлення результатів, навички пізнавальної діяльності тощо) [7, с. 80-81].

Аналізуючи досвід українських та зарубіжних вчених доцільно навести наступну структуру дослідницької компетентності учнів з фізики:

1. Загальнонаукові знання та уміння (розуміння наукових понять і термінів; знання наукових законів та принципів; вміння застосовувати наукові методи у дослідженнях; здатність аналізувати, порівнювати та узагальнювати наукові дані; володіти знаннями про зв'язки між фізикою та іншими науками).



Рис. 1. Структура дослідницької компетентності учнів з фізики

2. **Експериментальні навички** (планування та проведення експерименту; використання вимірвальних приладів та обробка результатів; визначення похибок вимірювань та їх аналіз; здатність формулювати висновки на основі експериментальних даних).

3. **Креативність та інноваційність** (здатність формулювати нові ідеї та гіпотези; вміння розв'язувати нетипові завдання та проблеми; здатність застосовувати фізичні знання у різних контекстах; здатність до самостійного вирішення проблем).

4. **Комунікативні навички** (здатність до ефективного спілкування та взаємодії з іншими здобувачами; вміння висловлювати свої думки та аргументувати свої позиції; здатність презентувати свої дослідження та висновки перед аудиторією).

5. **Критичне мислення та самооцінка** (здатність критично оцінювати наукові дослідження та результати; здатність аналізувати свої дії та результати, знаходити способи їх покращення; здатність до самоорганізації та планування).

Автори [7] виокремлюють мотиваційний, когнітивний та діяльнісний (операційний) компоненти дослідницької компетентності. Доцільно відзначити, що ці компоненти взаємопов'язані між собою та шляхом ефективного поєднання формують системно динамічну властивість особистості. Тому попереднє обґрунтування вибору відповідних компетенцій, як наперед визначених вимог, є умовою формування дослідницьких компетентностей під час навчання фізики. Наведені компоненти методики допомагають створити системний та цілеспрямований підхід до формування дослідницької компетентності учнів з фізики, підтримують розвиток дослідницької активності та ціннісно-мотиваційного ставлення до наукової діяльності. Тому доцільно навести власну структуру, що налічує наступні компоненти дослідницької компетентності (рис. 1).

Формування дослідницької компетентності передбачає створення сприятливого середовища для активного вивчення природничих явищ, застосування різноманітних методів досліджень, сучасного обладнання та ІК технологій. Наголос на практичних дослідженнях дозволяє здобувачам не лише засвоювати теоретичні знання, але й розвивати критичне мислення, аналітичні навички та творчий потенціал. Інтеграція наукових проєктів у навчальний процес сприяє формуванню самостійності, системності та дисциплінованості в учнів.

Висновки. Розвиток дослідницьких навичок відбувається не лише під час навчального процесу, але й у рамках інших форм організації навчання, включаючи самостійну роботу. Серед засобів формування варто відзначити ті, що використовуються під час позакласної навчальної діяльності. Важливо розуміти, що процес

формування дослідницьких компетентностей, як і процес навчання взагалі, є неперервним і передбачає широкий комплекс навчальних взаємодій.

Формування дослідницької компетентності учнів з фізики потребує планування, підтримки та підбадьорювання з боку вчителя. Викладач має сприяти розвитку учнівського інтересу до наукової діяльності, підтримувати їхню ініціативу та сприяти розвитку навичок, необхідних для успішного проведення досліджень. Формування дослідницької компетентності учнів з фізики при виконанні дослідницьких завдань може бути ефективним, якщо використовувати завдання, що виконуються на різних етапах проведення дослідження та формують відповідні дослідницькі компетентності. Формування дослідницьких вмінь відбувається шляхом постановки перед здобувачами проблемних питань та дослідницьких завдань в рамках певної теми. Учні намагаються розв'язати їх самостійно, застосовуючи набуті знання, вміння та навички, що сприяє розвитку творчого мислення, пізнавальної активності та креативності. Цей підхід сприяє формуванню всебічно розвиненої творчої особистості, яка вміє знаходити відповіді на проблемні питання та рішення в різних ситуаціях, здатна логічно мислити, аналізувати та систематизувати отриману інформацію, бути готовою до саморозвитку. При цьому дослідницькі завдання стимулюють учнів до активності, самостійності та пізнавального інтересу.

Перспективи подальшого дослідження вбачаємо у розробці інструментарію діагностики вихідного стану сформованості дослідницької компетентності учнів середньої школи у процесі навчання фізики з використанням різноманітних методів, форм та засобів навчання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія. Київ : Атіка, 2009. 684 с.
2. Бичко Г., Вакуленко Т., Лісова Т., Мазорчук М., Терещенко В., Раков С., Горох В. та ін. Н 35 Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022. Український центр оцінювання якості освіти. Київ, 2023. 395 с.
3. Вербицький В. В. Дослідницька компетентність старшокласників як засіб формування особистості. *Сучасний виховний процес: сутність та інноваційний потенціал* : матеріали звіт. наук.-практ. конф. Ін-ту проблем виховання НАПН України за 2011 рік (Івано-Франківськ, 2012 р.). Івано-Франківськ, 2012. Вип. 2. С. 43–47.
4. Золочевська М. В. Формування дослідницької компетентності учнів при вивченні інформатики : методичний посібник. Харків : Харківський гуманітарно-педагогічний інститут, 2009. 92 с.
5. Іваницька Н. А. Формування дослідницьких умінь учнів основної школи в процесі навчання фізики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Кіровоград-

ський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград, 2011. 19 с.

6. Ментова Н. О. Формування експериментальних умінь і навичок учнів у процесі вивчення електродинаміки в умовах сучасного освітнього середовища : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград, 2009. 20 с.

7. Технології використання мережевих ресурсів для підготовки молоді до дослідницької діяльності : монографія / О. Ю. Буров та ін.; Київ : Інформаційні системи, 2012. 416 с.

8. Чернецький І. С. Організація та засобове забезпечення процесу формування дослідницьких умінь учнів основної та старшої школи в умовах функціонування навчального середовища «Відкрита природнича демонстрація». *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка*. Вип. 89. Чернігів, 2011. С. 179-183.

9. Abbott D. Game-based learning for postgraduates: An empirical study of an educational game to teach research skills. *Higher Education Pedagogies*. 2019. Vol. 4, No. 1. P. 80-104. URL: <https://doi.org/10.1080/23752696.2019.1629825>.

10. Halloun I., Hestenes D. Modeling instruction in mechanics. *American Journal of Physics*. 1987. No. 55. P. 455–462.

11. Hofstein A., & Walberg H. J. Instructional strategies. In B. J. Fraser & H. J. Walberg (Eds.)

Improving science education. Chicago: National Society for the Study of Education, 1995. P. 1-20.

12. Lunetta V. N. The school science laboratory: Historical perspectives and context for contemporary teaching. In B. Fraser & K. G. Tobin. (Eds.), *International handbook of science education*. Dodrecht, The Netherlands: Kluwer, 1998. P. 249–262.

13. Udeozor C., Toyoda R., Russo F., Glassey J. Perceptions of the use of virtual reality games for chemical engineering education and professional training. *Higher Education Pedagogies*. 2021. Vol. 6, No. 1. P. 175-194. URL: <https://doi.org/10.1080/23752696.2021.1951615>.

14. Wakes S. J., Dunn L. A. I do, I understand: Engaging distance and campus students in sustainability through active learning. *Research in Learning Technology*, 2023. Vol. 31. 15 p. URL: <https://doi.org/10.25304/rlt.v31.2823>.

15. Ward E. J., Lindshield B. L. Performance, behaviour and perceptions of an open educational resource-derived interactive educational resource by online and campus university students. *Research in Learning Technology*. 2020. Vol. 28. 18 p. URL: <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2386>.

16. Wishkoski R., Meter D. J., Tulane S., King M. Q., Butler K., Woodland L. A. Student attitudes toward research in an undergraduate social science research methods course. *Higher Education Pedagogies*, 7(1), 2022. P. 20-36. URL: <https://doi.org/10.1080/23752696.2022.2072362>.