

УДК 373.016:53-044.247:[004:5:62]

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-208-37-43

МАРТИНЮК Олександр Семенович –

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри експериментальної фізики,
інформаційних та освітніх технологій
Волинського національного університету імені Лесі Українки
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4473-7883>
e-mail: oleksandr_lutsk@ukr.net

МИРОНЧУК Галина Леонідівна –

доктор фізико-математичних наук, професор,
директор навчально-наукового фізико-технологічного інституту,
Волинського національного університету імені Лесі Українки
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9088-3825>
e-mail: Myronchuk.Halyna@vnu.edu.ua

СТЕЦЮК Оксана Богданівна –

аспірантка кафедри експериментальної фізики,
інформаційних та освітніх технологій
Волинського національного університету імені Лесі Українки
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3250-6359>
e-mail: oksanastetsiuk@vnu.edu.ua

РОЗВИТОК ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ЯК СПОСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ

Проаналізовано проблему розробки теоретико-методичних засад формування дослідницьких умінь в учнів як способу реалізації STEM-освіти, розглянуто основні тенденції впровадження основ STEM-освіти в навчальний процес, наукові проекти та дослідницьку роботу. Розглянуто можливість проблемно-орієнтованого навчання як засобу розвитку дослідницьких умінь учнів на уроках фізики. Обґрунтовано необхідність впровадження елементів STEM-освіти на уроках фізики. Зроблено аналіз останніх досліджень і публікацій у науково-педагогічній літературі щодо методології формування дослідницьких умінь на засадах STEM-освіти. Визначено, що в науково-педагогічній літературі відсутній однозначно визначений підхід до питання формування науково-дослідницької компетентності при навчанні фізики на засадах STEM-освіти. Висвітлено педагогічні умови реалізації STEM-освіти через організацію дослідницько-експериментальної діяльності учнів в навчальному процесі з фізики.

Ключові слова: проблемно-орієнтованого навчання, науковий проект, дослідницька робота, навчальний процес.

MARTYNIUK Oleksandr Semenovich –

doctor of pedagogical sciences, professor,
professor of the department of experimental physics,
information and educational technologies
Lesya Ukrainka Volyn National University
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4473-7883>
e-mail: oleksandr_lutsk@ukr.net

MYRONCHUK Halyna Leonidivna –

doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Director of the Educational and Scientific Institute of Physics and
Technology
Lesya Ukrainka Volyn National University
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9088-3825>
e-mail: Myronchuk.Halyna@vnu.edu.ua

STETSIUK Oksana Bohdanivna –

graduate student of the department of experimental physics,
information and educational technologies
Lesya Ukrainka Volyn National University
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3250-6359>
e-mail: oksanastetsiuk@vnu.edu.ua

DEVELOPMENT OF RESEARCH SKILLS OF STUDENTS IN PHYSICS LESSONS AS A WAY OF IMPLEMENTING STEM EDUCATION

Formulation of the problem. The article analyzes the problem of developing the theoretical and methodological foundations of the formation of research skills in students as a way of implementing STEM education. An analysis of the latest research and publications in the scientific and pedagogical literature on the methodology of formation of research skills based on the principles of STEM education was made. It was determined that in the scientific and pedagogical literature there is no unambiguously

defined approach to the issue of the formation of scientific and research competence when teaching physics on the basis of STEM education.

The purpose of the study. Elucidation of the pedagogical conditions for the implementation of STEM education through the organization of research and experimental activities of students in physics.

Theoretical materials and methods. Analysis of regulatory documents, psychological-pedagogical and methodical literature, programs in physics and other natural sciences; development of theoretical and practical ideas about the studied phenomenon; empirical – analysis of real school practice; diagnostic methods (conversation, pedagogical observation, comparison, description).

Scientific novelty. The role of the STEM approach in teaching physics as an effective method that contributes to the integration of knowledge and a deep conceptual understanding of physics, the formation of research and experimental skills is revealed. It was determined that the content, methodology, and conduct of problem-oriented education based on the STEM approach allow students to form a sustainable interest in studying physics, activate students' activities, and make perception more active, emotional, and creative.

Conclusions and prospects for further research. The introduction of problem-oriented educational activities into the educational activity in physics contributes to the acquisition of experience in practical and experimental activities in the study of physics through the STEM-enhanced educational environment.

The prospects for further research are linked to the development of methodological support for each of the specified areas of teacher activity and the design of a system of activities for training and improving the qualifications of teachers of natural sciences for the implementation of STEM education.

Keywords: *problem-oriented learning, scientific project, research work, educational process.*

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми У 21 столітті організація навчальної діяльності з фізики орієнтована на вдосконалення навичок навчання які знадобляться молодим людям для того, щоб бути успішними в умовах сучасного глобалізованого та мінливого світу. Цьому сприятиме посилення ролі прикладної спрямованості фізики, збільшення обсягу завдань, що потребують нестандартного підходу. Навчальне середовище має задовольняти природний потяг дитини до розвитку її пізнавальної активності, прагнення до дослідження і висновків. Забезпечення вищесказаного потребує виконання таких умов, як: орієнтація на інтегроване навчання; розширення матеріальної бази закладів загальної середньої освіти; навчально-методичне забезпечення, що включає дослідницькі завдання, збільшення в програмах навчального часу на проведення практичних робіт, виконання проєктів.

Серед навичок які впливають на здатність людини жити в сьогоденні і в майбутньому можна виокремити: інноваційні навички, медіа та технологічні навички, життєві та кар'єрні навички. В технологізованому світі у педагогічного процесу безліч конкурентів: інформаційне середовище, шоу-бізнес, ігро- та веб-світ. З усім цим сучасним закладам загальної середньої освіти потрібно конкурувати за інтерес дитини [5, с.2]. У розвинутих країнах світу одним з інструментів які сприяють формуванню навичок майбутнього вважають STEM-освіту. STEM-освіта (аббревіатура від англійських слів Science, Technology, Engineering, Math, що в перекладі означає наука, технології, інженерія та математика) – це підхід до викладання та навчання, який готує учнів до створення нових процесів чи нових продуктів разом із розвитком навичок 21 століття [10, с.4].

На думку в.о.директора Інституту модернізації змісту освіти Наталії Вяткіної «В Україні маємо великі нароби у сфері STEM-освіти, цікаві оригінальні підходи. Вони – різні, але йдуть до однієї мети – розвитку творчого мислення

учнів. Є особливості STEM-освіти на кожному етапі навчання. Якщо йдеться про початкову школу, то це формування навичок дослідницької діяльності, але, звичайно, у формі, доступній для певного віку, психічного і ментального розвитку; закладення основ обізнаності зі STEM-галузей і професій; стимулювання інтересу учнів до подальшого опанування курсів, пов'язаних зі STEM» [9, с.11]. У середній школі вводяться міждисциплінарні програми навчання, збільшується поінформованість учнів зі STEM-предметів і професій, а також академічних вимог у STEM-областях і професіях. У старшій школі забезпечується складна програма навчання з акцентом на застосуванні STEM предметів, пропонуються курси і шляхи для підготовки у STEM-областях і професіях, а також учнівську молодь готують до успішної післяшкільної зайнятості та освіти [9, с. 22]. При цьому на будь-якій стадії ця система з'єднує шкільні й позашкільні можливості та форми навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз Державного стандарту показав, що наскрізними змістовими лініями освітньої галузі «Природознавство» є набуття досвіду практичної й експериментальної діяльності, здатності застосовувати знання у процесі пізнання світу, що певною мірою є такою навичкою, як продуктивність і вміння з'ясовувати і враховувати кількісні показники (група життєвих і кар'єрних навичок зі списку навичок XXI століття). Отже, формувати навички, практичної й експериментальної діяльності, в освітньому процесі з фізики можна через впровадження STEM-підходу [8, с. 25].

Різні аспекти впровадження STEM-освіти в освітніх закладах привернули увагу вітчизняних науковців: О. Бутурліна, Н. Балик, О. Воронкіна, С. Кириленко, О. Кузьменко, В. Мачуський, Н. Морзе, Н. Поліхун, В. Сіпій, І. Сліпучіна, С. Стрижак, І. Чернецький та ін..

В роботах Ю. Завалевського, Н. Гушиної, І. Василяшко, О. Коршунова, О. Патрикеевої виокремлено педагогічні умови впровадження дослідницького методу навчання в закладах загальної середньої освіти з використанням ІТ- та STEM-технологій; вдосконалення змісту навчального забезпечення і створення сучасного навчального контенту на основі дослідницького методу навчання та STEM-підходів; створення науково-методичного супроводу для підготовки вчителів і набуття ними практичного досвіду з розвитку дослідницької компетентності здобувачів освіти на основі STEM- та ІТ-підходів [3, с.2]. Впровадження елементів STEM-технологій в освітній процес з фізики для формування науково-дослідницької компетентності розглядалося через: залучення учнів до навчально-пізнавальної діяльності, зокрема дослідницької, та керування нею - П. Атаманчук, Л. Благодаренко, І. Бургун, С. Величко, О. Іваницький, В. Сиротюк, М. Шут та ін.; ознайомлення учнів із методами наукового пізнання - Є. Коршак, О. Сергєєв, В. Шарко, О. Бугайов, С. Гончаренко, О. Ляшенко, М. Мартинюк, М. Садовий, В. Сергієнко, Б. Сусь; розвиток інформаційно-цифрової компетентності - О. Трифонова, Н. Морзе, М. Садовий, С. Семеріков.

Проблемам інноваційного, науково-дослідного мислення учителя та учня як бази STEM-освіти присвячено роботи вітчизняних та зарубіжних науковців: Н. Морзе, Т. Андрущенко, С. Буліга, С. Бревус., В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, К. Гуляєв, В. Камишин, Е. Клімова, О. Комова, О. Лісовий, Л. Ніколенко, Р. Норчевський, М. Попова, В. Приходнюк, М. Рибалко, О. Стрижак, І. Чернецький, М. Harrison, D. Langdon, V. Means, E. PetersBurton, N. Morel, J. Confrey, A. House та інших. Чимало науковців [3,4,7, 10] зазначають, що впровадження STEM-освіти передбачає міждисциплінарний та проектний підходи. Головне місце в STEM належить дослідницько-експериментальній діяльності, що поєднує різні природничо-наукові знання в єдине ціле.

В дослідженнях В. Шарко впровадження в навчально-виховний процес методичних рекомендацій з організації STEM-освіти дозволить сформулювати в учнів найважливіші характеристики, які визначають компетентного фахівця: уміння побачити проблему й визначити в ній якомога більше можливих сторін і зв'язків; уміння формулювати дослідницьке завдання й визначити шляхи його вирішення; гнучкість як уміння застосовувати знання в різних ситуаціях, розуміти можливість інших точок зору щодо розв'язання проблем і стійкість у відстоюванні своєї позиції; оригінальність у розв'язанні проблем, відхід від шаблону; здатність до перегруповування ідей та зв'язків; здатність до абстрагування і конкретизації, до аналізу і синтезу; відчуття гармонії в організації ідеї. Це дозволить наблизити

зміст різноманітних сфер науково технічної діяльності людського суспільства до освітнього-процесу [15, с.188].

Як зазначає Балик Н. впровадження в навчально-виховний процес моделі STEM-освіти дозволить сформулювати в учнів такі STEM-компетентності, як уміння поставити проблему, розуміти можливість інших точок зору щодо розв'язання проблем, уміння оригінально розв'язати проблему, уміння застосовувати навички мислення високого рівня [1, с.21].

Однак, на сьогодні залишається недостатньо вивченим питання формування науково-дослідницької компетентності при навчанні фізики на засадах STEM-освіти.

Мета статті Висвітлення педагогічних умов реалізації STEM-освіти через організацію дослідницько-експериментальної діяльності учнів з фізики.

Методи дослідження теоретичні – аналіз нормативних документів, психолого-педагогічної та методичної літератури, програм з фізики та інших природничих дисциплін; вироблення теоретичних і практичних уявлень про досліджуваній феномен; емпіричні – аналіз реальної шкільної практики; діагностувальні методи (бесіда, педагогічне спостереження, порівняння, опис).

Виклад основного матеріалу дослідження При всьому різноманітті існуючих підходів майже всі дослідники сходяться на думці, що STEM-освіта – це сучасний освітній феномен, що означає підвищення якості розуміння учнями та студентами дисциплін, що належать до науки, технології, інженерії та математики, мета якої – підготовка учнів до більш ефективного застосування отриманих знань для вирішення професійних завдань і проблем (у тому числі через поліпшення навичок високоорганізованого мислення) і розвиток компетенції в STEM (результат чого можна назвати STEM-грамотністю) [1-4, 9,10,14].

Перехід до компетентнісної моделі STEM-навчання фізики та застосування нових методичних підходів, перш за все, передбачає [13, 12]:

- принципово нове цілепокладання у освітньому процесі, зміщення акцентів з вузькопредметної діяльності на загальнодидактичну;

- оновлення структури та змісту навчання фізики на основі проектно-орієнтованого, проблемно-орієнтованого та практико-орієнтованого підходів;

- створення інтегративних курсів (міжпредметних, трандисциплінарних) із застосуванням математичних знань і наукових понять; – формування компетентностей якісно нового рівня – STEM-компетентностей;

– визначення та оцінювання результатів навчання через ключові та предметну компетентності;

– запровадження наскрізного STEM-навчання, компетентісно орієнтованих форм і методів навчання, системно-діяльнісного підходу;

– формування навчально-методичного, матеріально-технічного та технологічного забезпечення навчання фізики відповідно до наскрізної інтеграції: природничі науки (Science), технології (Technology), технічна творчість (Engineering) та математика (Mathematics);

– запровадження інноваційних, ігрових технологій навчання, технологій case-study, інтерактивних методів групового навчання, проблемних методик з розвитку критичного і системного мислення;

– корегування змісту окремих навчальних тем з акцентом на особистісно розвивальні, ігрові методики навчання, ціннісне ставлення до досліджуваного питання;

– створення педагогічних умов для здобуття результативного індивідуального досвіду проектної діяльності, дослідницько-експериментальної діяльності та розроблення стартапів.

Знання здобуваються в результаті діяльності тоді, коли дитина створює реальні речі і одночасно працює над здобуттям нових знань. Навчання відбувається завдяки реалізації циклічного процесу: набуті знання дозволяють дитині створювати ще більш складні речі, які в свою чергу приносять додаткові знання, і так далі по циклу.

Кожне завдання реалізує циклічну модель, яка базується на чотирьох освітніх складових: взаємозв'язку, конструюванні, рефлексії та розвитку [7, с.162].

Взаємозв'язок – ключовий принцип навчання через дію. Досліджено, що діти краще навчаються, якщо вони можуть поєднати новий досвід з уже набутих або зробити його стимулом до нового етапу навчання та пізнання [7, с.163].

Конструювання – цей принцип передбачає і створення моделей, і генерування ідей. Учні поєднують знання та розуміння. Їм пропонуються особливі завдання, які заохочують їх планувати та після цього створювати моделі власної конструкції, які здатні вирішити поставлену задачу [7, с.163].

Рефлексія – осмислення того, що зроблено, створено, модифіковано; пошук словесного формулювання отриманого знання, способів представлення результатів набутого досвіду, шляхів його застосування в комплексі з іншими ідеями та рішеннями [7, с.163].

Розвиток – підтримка творчої атмосфери, задоволення від успішно виконаної роботи реалізуються при виконанні більш складних завдань. Це сприяє поглибленню отриманого досвіду, розвитку творчих та дослідницьких навичок [7, с.163].

Найкращими умовами для здобуття учнями знань є «будівельні матеріали», які використовуються для навчання, а також сприятливе освітнє середовище, в якому дані матеріали застосовувалися б найбільш ефективно. Як метод кейсів, так і проблемно-орієнтоване навчання (PBL) занурюють учнів у реальні проблеми, які виникають у суспільстві. Вони мають відкриті відповіді та багато варіантів вирішення, серед яких учні обирають найоптимальніші [7, с.163].

До прикладу, реалізація STEM-проекту у десятому класі (профільне вивчення фізики) під час вивчення теми «Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини. Маса та розміри атомів і молекул. Кількість речовини» була здійснена через проблемно-орієнтоване навчання. Учні добре знають що повітря є основою життєдіяльності живих організмів. Зокрема, на уроках біології учні вивчали дихання рослин, дихання бактерій, дихання і газообмін тварин, на уроках хімії – кисень, склад повітря. Однак проблеми з PBL, як правило, є глибшими і потребують детального дослідження. Для більш ефективної організації процесу проблемно-орієнтованого навчання учням для роботи пропонуються спеціально створені учбові пакети — рекомендації для роботи над проектом, маршрутні листи та картки-завдання. Ці допоміжні матеріали підбираються базуючись на STEM підході до навчання, основне завдання заохочувати дітей до роботи, створюючи атмосферу пізнання, дослідження та пригод. Матеріал який вивчають у десятому класі не може забезпечити учнів достатньою кількістю знань та навичок, тому учні активно шукають та застосовують додаткові джерела інформації і ця діяльність перетворюється на проект із власним механізмом. Було організовано освітній інтенсив на тему «Аероіоніфікація в побуті українського школяра». Людині для отримання достатньої кількості кисню необхідно не просто дихати, а вдихати «вітамінізоване» повітря. Вітамінами повітря називають негативно заряджені аероіони (аніони), завдяки яким кисень краще всмоктується в кров, забезпечуючи людину запасом сил і енергії. Прилад який забезпечує утворення аероіонів - іонізатор повітря. В ході реалізації STEM проекту було розроблено модель нескладного домашнього іонізатора по схемі (рис. 1.). Прилад складається: перетворювач напруги мережі, основними елементами якого є неонові лампа HL і симістор VS1, індукційна котушка L1, елемент A1, створюючий озон, і вентилятор з електродвигуном M1. При включенні іонізатора в коло короткий імпульс струму створює на вторинній обмотці індукційної котушки високу напругу, що створює в елементі A1 розряд. У наступному напівперіоді напруги мережі цикл формування імпульсу повторюється. Прилад працює від мережі, підтримуючи в приміщенні нормальний іонний

баланс, даючи нам змогу дихати повноцінним повітрям як в лісі або біля водоспаду.

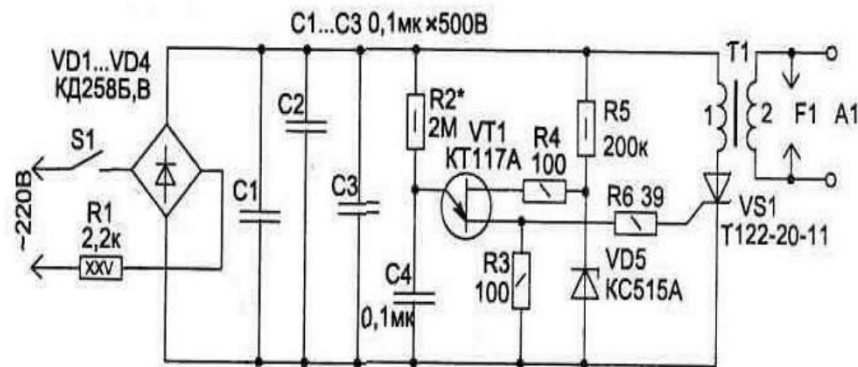


Рисунок 1. Іонізатор повітря

Проведене учнівське дослідження, на основі STEM підходу, сприяло інтеграції знань та глибокому концептуальному розумінню фізики, формуванню навичок дослідницько-експериментальної діяльності. Запропоновані методи дозволяють учневі вибирати більш прийнятні для нього способи діяльності, але участь в роботі є обов'язковою для всіх учнів. Зміст, методика і проведення проблемно-орієнтованого навчання на основі STEM підходу розроблені так, що для деяких учнів, які не мали інтересу до фізики, можуть бути точкою відліку у виникненні цього інтересу. Дані методи активізують діяльність учнів, роблять сприйняття більш активним, емоційним, творчим.

Вивчення педагогічних умов реалізації STEM-технологій при вивченні фізики через організацію дослідницько-експериментальної діяльності дозволило виокремити ряд суттєвих протиріч: існуюча традиційна система вивчення фізики в школі не повною мірою відповідає вимогам і запитам навчання і формування навичок XXI століття, тобто присутні проблеми з існуючою системою навчання підростаючого покоління технології, інженерії та математики. Знижується мотивація при вивченні STEM-предметів і у виборі професій такого типу. Спостерігається досить низький рівень успішності в дисциплінах фізичного профілю, а також відсутність здібностей вирішувати реальні проблеми, що вимагають знань і навичок STEM-дисциплін.

Для усунення окреслених протиріч, на основі огляду існуючих досліджень про набуття досвіду практичної й експериментальної діяльності при вивченні фізики через STEM вдосконалене навчальне середовище, можна виділити наступні напрями здійснення навчальної діяльності з фізики:

1. Представники першого напрямку пропонують здійснювати навчальну діяльність з фізики на основі STEM-підходу використовуючи проблемно-орієнтовану навчальну діяльність.
2. Представники другого підходу пропонують інтегрувати знання з фізики через STEM підхід, для більш глибокого розуміння змісту виучуваного матеріалу, що в підсумку

дозволить учневі в майбутньому вибирати технічний чи науковий напрямок кар'єри.

3. Представники третього підходу вважають, що при вивченні фізики з використанням STEM-технологій повинен переважати багатопрофільний підхід, який використовує інтегрованість у навчання, як це робиться в реальних виробничих умовах. [6, с. 182].

4. Наступний підхід передбачає як впровадження інновацій в методику викладання фізики, так і інтегрований підхід до навчання, де основні поняття науки, технології, інженерії та математики перенесені в одну навчальну програму, яка називається STEM.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Перспективи подальших досліджень пов'язуємо з розробкою методичного забезпечення кожного з зазначених напрямів діяльності вчителя та проектування системи заходів з підготовки і підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін до здійснення STEM-навчання.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Балик Н.Р. Формування інформаційних та соціальних компетентностей студентів з метою їх професійної підготовки у педагогічному університеті. Науковий огляд. 2016. №1 (22) С. 14- 21.
2. Галатюк Ю.М., Тишук В.І. Дослідницька робота учнів з фізики. Харків. Вид. група "Основа": "Триада+", 2007. 192 с.
3. Завалевський Ю.І. Створення педагогічних умов для впровадження дослідницького методу навчання з використанням ІТ- та STEM-технологій в закладах загальної середньої освіти. Наукові записки Малої Академії наук України. 2021. № 2-3.
4. Коробова І.В. Організація дослідницької діяльності учнів на уроках фізики. Пошук молодих : матеріали Всеукр. студ. наук.- практ. конф., м. Херсон, 19-20 квітня 2012. Херсон, С. 73-75.
5. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти):кабінет міністрів України розпорядження від 5 серпня 2020р. №960-р. Київ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8> (дата звер-нення: 15.11.2022).
6. Неперервна освіта нового сторіччя: досягнення та перспективи: матеріали II Міжнародної науково-

практичної конференції, м. Запоріжжя, 05. 03. 2016р. Запоріжжя, 2016.

7. Пахачук С.С., Мартинюк О.С. Упровадження засобів робототехніки в навчальний процес та науково-дослідницьку роботу з фізики (на прикладі LEGO Mindstorms NXT) Педагогічні науки: реалії та перспективи. 2014. №48. с.159 -164

8. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти: постановка кабінету міністрів України від 23.11.2011 р. №1392

9. Савченко І.М. Stem-освіта – провідний напрям діяльності Національного центру «Мала академія наук України. Інноваційні технології навчання обдарованої молоді : матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ. 3–4 грудня 2015 р. Київ, 2015. С. 367- 377.

10. Стрижак О.С., Сліпукхіна І.А., Поліхун Н.І., Чернецький І.С. STEM-освіта: основні дефініції. Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. № 6. С. 16–33.

11. Садовий М.І. Якість професійної підготовки майбутніх вчителів фізики. Теоретичні і практичні основи управління процесами компетентнісного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю : реферативні матер. міжнар. наук. Інтернет-конф., м.Кам'янець-Подільський, 27-28 вересня 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 6-7.

12. Трифонова О.М. Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід. Наукові записки ЦДПУ ім. В. Винниченка. Педагогічні науки. 2018. Вип. 173. Ч. II. С. 221-225.

13. Шулікін Д.А. STEM-освіта: готувати до інновацій. Освіта України. 2015. №26. С.8-9.

14. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9–10 листопада 2017 року, м. Київ. Київ, 2017. 160 с.

15. Шарко В.Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект. Херсон: Олді-Плюс, 2004. 190 с.

REFERENCES

1. Balyk, N.R. (2016). Formuvannya informatsiinykh ta sotsialnykh kompetentnosti studentiv z metoiu yikh profesiinoi pidgotovky u pedahohgchnomu universyteti [Formation of informational and social competences of students for the purpose of their professional training at the pedagogical university]. *Naukovyi ohliad*, 1, 14-21 [in Ukrainian].

2. Halatiuk, Yu.M. & Tyshchuk V.I. (2007). *Doslidnytska robota uchniv z fizyky* [Research work of students in physics]. Kharkiv. [in Ukrainian].

3. Zavalevskiy, Yu.I. (2021) *Stvorennia pedahohichnykh umov dlia vprovadzhennia doslidnytskoho metodu navchannia z vykorystanniam IT ta STEM-tekhnologii v zakladakh zahalnoi serednoi osvity* [Creation of pedagogical conditions for the implementation of the research method of education using IT and STEM technologies in general secondary education institutions]. *Naukovi zapysky maloi akademii nauk*, 2-3 [in Ukrainian].

4. Korobova, I.V. (2012). *Orhanizatsiia doslidnytskoi diialnosti uchniv na urokakh fizyky* [Organization of students' research activities in physics lessons]. Kherson. [in Ukrainian].

5. *Kontsepsiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity)* (2021) [The concept of the development of science and mathematics education

(STEM education)]. (n.d.). zakon.rada.gov.ua. [in Ukrainian].

6. *Neperervna osvita novoho storichchia:dosiahnennia ta perspektyvy* (2016) [Continuing education of the new century: achievements and prospects] *Proceedings of the 2rd International Scientific and Practical Conference. Zaporizhzhia* [in Ukrainian].

7. Pakhachuk, S.S. & Martyniuk, O.S. (2014). *Uprovadzhennia zasobiv robototekhniky v navchalnyi protses ta naukovo-doslidnytsku robotu z fizyky (na prykladi LEGO Mindstorms NXT)* [Introduction of robotics tools into the educational process and research work in physics (for example LEGO Mindstorms NXT)]. *Pedahohichni nauky:realii ta perspektyvy*, 159 -164 [in Ukrainian].

8. *Pro zatverdzhennia derzhavnoho standartu bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity* [On the approval of the State standard of basic and full general secondary education]. (n.d.).zakon.rada.gov.ua.

9. Savchenko, I.M. (2015). *STEM-osvita – providnyi napriam diialnosti natsionalnoho tsentru «Mala akademiia nauk Ukrainy»* [Stem-education is a leading activity of the National Center "Small Academy of Sciences of Ukraine"]. Kyiv [in Ukrainian].

10. Stryzhak, O.Ye. & Slipukhina, I.A. (2017) *STEM-osvita: osnovni definityi* [STEM education: basic definitions] *Informakhiini tekhnologii i zasoby navchannia*, 6, 16-33 [in Ukrainian].

11. Sadoviy, M.I. (2017) *Yakist profesiinoi pidgotovky maibutnikh vchyteliv fizyky* [The quality of professional training of future physics teachers]. *Kamianets-Podilskyi* [in Ukrainian].

12. Tryfonova, O.M. (2018). *Informatsiino-tsyfrova kompetentnist:zarubizhnyi ta vitchyzniani dosvid* [Information and digital competence: foreign and domestic experience]. *Pedahohichni nauky*, 173, (pp. 221-225) [in Ukrainian].

13. Shulikin, D.A. (2015) *STEM-osvita: hotuvaty do innovatsii* [STEM education: preparing for innovation]. *Osvita Ukrainy*, 26, 8-9 [in Ukrainian].

14. *STEM-osvita: vprovadzhennia ta perspektyvy pozvytku* (2017) [STEM-education state of implementation and prospects for development]. Kyiv [in Ukrainian].

15. Sharko, V. D. (2004) *Suchasnyi urok fizyky: tekhnologichnyi aspekt* [Modern physics lesson: technological aspect]. Kherson. [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МАРТИНЮК Олександр Семенович – професор кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, доктор педагогічних наук, *Волинський національний університет імені Лесі Українки*.

Наукові інтереси: теорія та методика навчання (фізика).

МИРОНЧУК Галина Леонідівна – професор, директор навчально-наукового фізико-технологічного інституту, доктор фізико-математичних наук, *Волинський національний університет імені Лесі Українки*.

Наукові інтереси: теорія та методика навчання (фізика).

СТЕЦЮК Оксана Богданівна – аспірантка кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій *Волинський національний університет ім. Лесі Українки*.

Наукові інтереси: теорія та методика навчання (фізика).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

MARTYNIUK Oleksandr S. - professor of the department of experimental physics, information and educational technologies, doctor of pedagogical sciences, Lesya Ukrainka Volyn National University.

Scientific interests: theory and methodology of teaching (physics).

MYRONCHUK Galina - doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Director of the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya Ukrainka Volyn National University.

Scientific interests: theory and methodology of teaching (physics).

STETSIUK Oksana - graduate student of the department of experimental physics, information and educational technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University.

Scientific interests: theory and methodology of teaching (physics).

Стаття надійшла до редакції 11.01.2023 р.

УДК 372.851

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-208-43-50

ПАСІЧНИК Наталя Олексіївна –

доктор історичних наук, професор, професор кафедри математики та методики її навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0923-9486>
e-mail: pasichnyk1809@gmail.com

РІЖНЯК Ренат Ярославович –

доктор історичних наук, професор професор кафедри математики та методики її навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1977-9048>
e-mail: rizhniak@gmail.com

**РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ШКІЛЬНИХ ЗАДАЧ ІНТЕГРАТИВНОГО ЗМІСТУ:
МАТЕМАТИКА ТА ЕКОНОМІКА**

Стаття присвячена розкриттю особливостей формування у старшокласників умінь розв'язувати та досліджувати задачі інтегративного змісту, що пропонуються в курсах математики та економіки.

Проведене дослідження дало можливість розкрити зміст методичних умов для формування в учнів знань та умінь інтегративної діяльності.

Інтегративний підхід у навчанні математики та економіки доцільно реалізовувати з використанням творчих компонентів діяльності для моделювання та дослідження моделей в задачах інтегративного змісту.

Вибір обсягу реалізації інтегративного підходу проводиться з врахуванням загальної мети організації навчальної діяльності учнів (або суб'єктів навчання).

При реалізації інтегративного підходу вчитель (викладач) математики (економіки) організовує процес мисленого об'єднання компонентів математичних та економічних компетентностей за їх істотними ознаками; а тому при проведенні описаної навчальної роботи продуктивним для використання є метод узасильнення.

Ключові слова: інтегративний підхід, задачі інтегративного змісту, математика, економіка, моделювання.

PASICHNYK Natalia Oleksiivna –

Doctor of Historical Sciences, Professor of the Department of Mathematics and its Teaching Methods of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0923-9486>
e-mail: pasichnyk1809@gmail.com

RIZHNIAK Renat Yaroslavovych –

Doctor of Historical Sciences, Professor of the Department of Mathematics and its Teaching Methods of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1977-9048>
e-mail: rizhniak@gmail.com

SOLVING SCHOOL PROBLEMS OF INTEGRATIVE CONTENT: MATHEMATICS AND ECONOMICS

The article is dedicated to the disclosure of the peculiarities of the formation of the skills of high school students to solve and investigate problems of integrative content offered in mathematics and economics courses. The purpose of the article is to