

at the preparatory stage, it is possible to effectively instill in students the basic knowledge, skills, and value orientations that determine the further success of the professional development of a physics and astronomy teacher. It has been proven that the preparatory stage serves as the foundation on which the entire system of professional competence formation of future teachers is built, and its significance lies not only in the assimilation of theories and laws of physics and astronomy, but also in the formation of knowledge and skills that determine the structure of pedagogical activity.

Key words: future teachers of physics and astronomy, professional competencies, preparatory stage in the formation of professional competencies.

References:

1. Myslitska N.A., Zabolotnyi V.F. Vychennia zahalnykh pytan metodyky navchannia fizyky v umovakh suchasnoi paradyhmy osvity. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Pedahohichni nauky.* Vyp. 146. Chernihiv, 2017. S. 66–70.
2. Myslitska N.A. Metodychna systema vychennia zahalnoho kursu fizyky z vykorystanniam metodychnoi propedyky. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets Podil'skoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Serii: pedahohichna.* Kamianets-Podil'skiy: Kamianets-Podil'skiy natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiiienka, 2017. Vypusk 23: Teoretychni i praktychni osnovy upravlinnia protsesamy kompetentnisnoho stanovlennia maibutnoho uchytelia fizyko-tekhnologichnoho profilu. S. 139–142.
3. Myslitska N.A. Znannieva komponenta yak osnova kompetentnisnoho pidkhotu v metodychnii pidhotovtsi studentiv. *Zbirnyk naukovykh prats Umans'koho universytetu imeni Pavla Tychny.* Uman: FOP Zhovtyi O.O., 2015. Vyp. 2. Ch. 2. S. 299–307.
4. Myslitska N.A. Realizatsiia systemno-strukturnoho pidkhotu pid chas navchannia fizyky. *Naukovi chasopysy NPU imeni M.P. Drahomanova. Serii: Fizyka i matematika u vyshchii i serebrii shkoli:* zb. nauk. prats. Kyiv: NPU imeni M.P. Drahomanova, 2012. № 7. S. 65–70.
5. Myslitska N.A. Formuvannia metodychnoi kompetentnosti maibutnoho uchytelia fizyky na osnovi vykorystannia propedychnoho pidkhotu pid chas vychennia zahalnoi fizyky. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnologichnoi osvity.* Kropyvnytskyi: RVV TsDPU im. V. Vynnychenka, 2017. Vyp. 12. Ch. I. S. 80–86.
6. Mykola Shut, Liudmyla Blahodarenko, Taras Sichkar. Pidvyshchennia yakosti pidhotovky naukovo-pedahohichnykh kadrov yak kliuchova problema v haluzi fizychnoi osvity v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats K-PNU imeni Ivana Ohiiienka. Serii: pedahohichna.* 2024. Vypusk 30: Problemy suchasnykh naukovo-osvitnikh transformatsii u pidhotovtsi fakhivtsiv pryrodnycho-matematychnoho profilu. S. 39–43. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2022-28>
7. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H., Vasylenko S.L. Pidvyshchennia yakosti navchannia fizyky yak tradytsiino aktualna i bahatoplanova osvitnia problema. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Teoriia ta metodyka navchannia pryrodnychkykh nauk.* Vinnytsia: VDMU, 2023. № 4. S. 79–88.

Отримано: 25.09.2025

УДК 371.302

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.117-122

Юрій ГАЛАТЮК¹, Михайло ГАЛАТЮК², Тарас ГАЛАТЮК³

^{1,2}Рівненський державний гуманітарний університет

³Гімназія № 6, м. Рівне

e-mail: ¹yhalatyuk61@gmail.com, ²halatyuk_mu@ukr.net, ³tarashalatyuk@ukr.net;

ORCID: ¹0000-0003-0751-6029, ²0000-0001-5824-6036, ³0000-0003-2649-5542

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЙ STEM-ОСВІТИ І НУШ

Анотація. У статті розглядаються методологічні засади навчання фізики у контексті реалізації концепцій STEM-освіти і НУШ. Виявлено, що актуальність STEM-освіти у контексті концепції НУШ визначається трансдисциплінарністю, яка є необхідною умовою формування ключових компетентностей (інтегрованих характеристик) учня.

Трансдисциплінарність є найвищим рівнем міжпредметної інтеграції, сходження до якого відбувається поетапно. При цьому предметний рівень є початковим і надзвичайно важливим для організації інтегрованого навчання. В основі міждисциплінарного підходу до організації освітнього процесу в контексті вивчення фізики, лежать траєкторії інтеграції: інформаційно-змістова, операційно-діяльнісна і методологічна.

Методологічною основою реалізації STEM-освіти у вивченні природничих предметів є моделювання навчально-пізнавальної діяльності та її організація на основі застосування активних методів навчання: дослідницького і проектного. Методологія навчально-пізнавальної діяльності у контексті STEM-освіти ґрунтується на категорії навчального проекту та триєдності його фаз: фаза проєктування, технологічна фаза, фаза рефлексії. Реалізація дослідницького і проектного методів в умовах класно-урочної форми навчання передбачає ефективне поєднання урочної і позаурочної навчально-пізнавальної діяльності.

Ключові слова: концепція НУШ, STEM-освіта, міждисциплінарна інтеграція, активні методи навчання, навчально-пізнавальна діяльність, проектна технологія навчання.

Сучасний освітній простір України формується у двох взаємопов'язаних напрямках: через реалізацію державної політики в межах реформи загальної середньої освіти Нова українська школа та розви-

ток природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [7; 11].

Концепція НУШ є однією з нормативно-правових підстав для впровадження і розвитку природничо-ма-

тематичної освіти (STEM-освіти). Де природничо-математична освіта (STEM-освіта) – цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності [7].

Як відомо, концепція НУШ ґрунтується на компетентнісному підході до визначення результатів освітнього процесу, а концепція STEM-освіти визначає стратегію розвитку природничо-математичної освіти в Україні.

Актуальність STEM-освіти у контексті реалізації концепції НУШ пояснюється тим, що ключові компетентності, які є результатом освітнього процесу нової української школи є *інтегрованими* динамічними характеристиками особистості, які об'єднують у собі знання з різних предметних галузей, а також уміння, навички, ставлення, етичні орієнтири та естетичні уподобання. Отже, ключова компетентність – це системна цілісність, яка формується у конвергентному освітньому середовищі, формою реалізації якого є STEM-освіта.

Отже, вивчення природничих предметів, зокрема фізики, у контексті реалізації концепцій STEM-освіти і НУШ є актуальною темою теорії і методики навчання. Тому, на наш погляд, варто детальніше зупинитися на окремих методологічних і практичних аспектах навчання фізики у контексті реалізації двох взаємопов'язаних концепцій: STEM-освіти та НУШ.

Зрозуміло, що теоретичний аспект реалізації цих двох концепцій у їхній діалектичній єдності полягає, насамперед, у визначенні методології, тобто сукупності, а точніше системи, тих дидактичних методів, які обумовлюють досягнення позитивного результату на практиці.

Дослідженню перспективи та науково-теоретичних аспектів розвитку STEM-освіти в Україні присвячені праці багатьох науковців. Зокрема дослідженню концептуальних та науково-методичних засад упровадження STEM-освіти (Довгий С.О., Лозова О.В., Поліхун Н.І., Постова К.Г., Сліпухіна І.А., Стрижак О.Є. Чернецький І.С. та ін.), дослідженню науково-прикладних аспектів та досвіду впровадження елементів STEM-освіти (Бойко С.М., Буряк О.О., Василенко І.В., Дем'яненко В.Б., Кузьменко О.С., Пойда С.А., Проценко Г.О., Савченко І.М. та ін.) [14].

Різним аспектам STEM-освіти у навчанні фізики присвячені дослідження багатьох українських науковців. Зокрема питанням методології проєктування та організації навчально-пізнавальної діяльності, теорії і практики дидактичного управління нею присвятили свої праці Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Опачко М.В. [1; 9; 13] та ін.; проблеми розробки та реалізації інтегративної моделі природничо-наукової та технічної освіти на основі мультидисциплінарного підходу досліджують у своїх працях Благодаренко Л.Ю., Засекіна Т.М., Січкач Т.Г., Шут М.І. [6; 15; 16], діяльнісний, методологічний, інтеграційний, світоглядно-ціннісний аспекти STEM-освіти є предметом дослідження у працях Атанова Г.О., Войтович О.П., Галатюка Ю.М., Засекіної Н.М., Куха А.М. та ін. [1; 3; 4; 5; 6; 8].

Визначаючи STEM як парадигму трансдисциплінарної освіти, дослідники Довгий С.О., Стрижак О.Є., зазначають, що класичний формат освіти щодо викладання навчальних дисциплін в умовах сьогодення призводить до нагромадження у свідомості здобувача освіти різноманітної інформації, яку йому ще складно зв'язати між собою та систематизувати. Конструктивнішим є формат інтеграції освітніх дисциплін, однак він, в силу низької синергії концептів, також не спрощує процес формування картини світу в свідомості здобувача освіти, адже, формування цілісної картини світу вимагає розуміння властивостей тих концептів (понять), які йому викладають і які він вивчає [14, с. 7]. У контексті цієї проблеми STEM-освіта є не просто одним із конструктивних форматів організації освітнього процесу. Вона відображає актуальну для сучасного суспільства конвергентну стратегію розвитку освіти, яка передбачає глибоку інтеграцію знань, методів та досвіду з різних галузей для формування нових та розширених рамок у вирішенні наукових та суспільних викликів і можливостей [12; 14].

Досліджуючи інтеграцію навчання у контексті STEM-освіти, науковці Поліхун Н.І., Сліпухіна І.А., Чернецький І.С., Постова К.Г. визначають STEM-освіту, як форму інтегрованого навчання, що базується на посиленій взаємодії між різними дисциплінами та сприяє розвитку насамперед гнучких навичок: креативності, інноваційності, уміння розв'язувати проблеми, ефективно взаємодіяти в соціумі тощо. Як правило, у центрі такої міжпредметної інтеграції лежить реальна суспільно значуща проблема або цікава наукова задача, яка найчастіше пов'язана зі сталим розвитком. Її розв'язання вимагає поєднання знань із кількох галузей, що дає змогу розглядати проблему з різних точок зору [14, с. 69]. Досліджуючи зміст та етапи інтеграції в STEM, науковці виділяють чотири рівні предметної інтеграції: дисциплінарний (предметний), мультидисциплінарний, міждисциплінарний, трансдисциплінарний). Ці рівні визначають зміст та етапи предметної інтеграції в STEM [14, с. 70].

Розглянемо характеристики кожного рівня.

Дисциплінарний (предметний) рівень. На цьому етапі викладач обирає тему, науковий факт, ідею або практичне завдання, що розглядається лише в межах однієї навчальної дисципліни (наприклад, фізики, математики, географії, біології тощо). Підхід не передбачає міждисциплінарних зв'язків. Учні зосереджуються виключно на змісті певної галузі знань, опановують теоретичні поняття, засвоюють концепти та відпрацьовують предметні вміння й навички.

Мультидисциплінарний рівень. Учитель формулює проблемне питання в межах свого предмета, проте його розв'язання вимагає залучення знань з інших галузей, тобто воно має STEM-характер. Для глибокого розуміння теми педагог використовує матеріал із суміжних дисциплін, поєднуючи кілька траєкторій інтеграції. Завдяки цьому учні отримують ширший погляд на проблему, що сприяє генерації більшої кількості ідей та забезпечує автентичність підсумкового результату через синтез знань із різних галузей.

Міждисциплінарний рівень. Цей рівень характеризується тіснішою взаємодією між предметами під

час розв'язання обраної спільно з учнями проблеми або теми STEM. Для її вивчення об'єднуються вчителі різних дисциплін, які спільно аналізують проблему, кожен із позиції свого предмета. Разом із здобувачами освіти вони шукають комплексне, оригінальне рішення, у якому поєднано складники різних предметних галузей. Такий підхід дає змогу створити єдину концептуальну систему, що інтегрує теорії, концепції та практики, які виходять за межі окремих дисциплін.

Трансдисциплінарний рівень. На цьому рівні вчителі з різних галузей співпрацюють, допомагаючи учням визначити реальну STEM-проблему та розробити спільну концептуальну модель її розв'язання, яка виходить за межі окремих предметів. У процесі роботи здобувачі освіти використовують знання з різних дисциплін у різних аспектах, активно взаємодіють у групі, шукаючи рішення складної багатовимірної проблеми. У результаті вони не лише знаходять ефективне рішення, але й відкривають нові напрями дослідження, що були непомітні в межах однієї дисципліни. Це сприяє формуванню глибокого, унікального навчального досвіду та створенню більш досконалих рішень.

Щоб відобразити генетичний зв'язок між рівнями інтегрованого навчання ми пропонуємо графічну модель (рис. 1), де в основі зрізаної піраміди лежить дисциплінарний (предметний) рівень, який є фундаментом для усіх вищих рівнів інтеграції. Стрілки відображають спрямованість і динаміку інтегрованого навчання. Теоретичні дослідження і практичний досвід доводять, що для досягнення високої якості результатів інтегрованого навчання його основою має залишатися чітка предметність (Поліхун Н.І., Сліпучіна І.А., Чернецький І.С., Постова К.Г.) [14]. Саме предметний підхід є початковим і надзвичайно важливим рівнем організації інтегрованого навчання, який виступає ключовим етапом на шляху реалізації трансдисциплінарних проєктів. Отже, ефективне предметно-інтегроване навчання потребує міцного, систематизованого за категоріями знання. На цьому також наголошують експерти зі STEM-освіти, які розробляють концепцію освітньої конвергенції та пропонують методологічний напрям розвитку STEM-освіти у бік трансдисциплінарності у процесах викладання, навчання та оцінювання [10; 12].

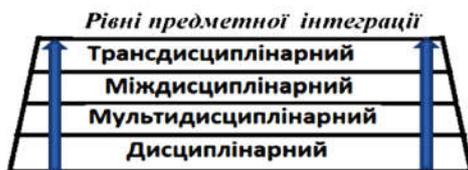


Рис. 1. Графічна модель рівневої інтеграції в STEM-освіті

Аналізуючи механізми трансдисциплінарного підходу до організації освітнього процесу у контексті вивчення природничих предметів, зокрема фізики, ми виділяємо такі, на наш погляд, ключові траєкторії інтеграції: *інформаційно-змістову, операційно-діяльнісну і методологічну* (рис. 2).



Рис. 2. Траєкторії міждисциплінарної інтеграції у навчанні фізики

Інформаційно-змістова траєкторія передбачає реалізацію міжпредметних зв'язків у контексті вивчення окремих явищ, фактів, засвоєння понять, фізичних величин, законів та інших структурних елементів фізичних знань, а також розв'язування навчально-пізнавальних задач із застосуванням суміжних знань, зокрема, з математики та інших природничих предметів. Інформаційно-змістові міжпредметні зв'язки за складом наукових знань, відображених в змісті природничих дисциплін, діляться на фактологічні, понятійні, теоретичні і світоглядні [3]. Таким чином, інформаційно-змістова траєкторія інтеграції – це, насамперед, узгодження змісту на рівні окремих предметних галузей.

Операційно-діяльнісна траєкторія інтеграції визначається специфікою навчально-пізнавальної діяльності, її структурою і процесом реалізації. Навчально-пізнавальна діяльність за своєю процедурою та сукупністю пізнавальних дій є спільною для багатьох предметів, насамперед, природничих. Вона ґрунтується на системі спільних для багатьох навчальних дисциплін способів пізнавальних дій і відповідних прийомів пізнавальної діяльності, оволодіння якими визначає сформованість навчально-пізнавальної компетентності.

Методологічна траєкторія інтеграції ґрунтується на спільній методології природничих наук: наукових методах емпіричного і теоретичного рівнів пізнання. Вона реалізується навколо проблеми поєднання емпіричного і теоретичного у навчанні фізики та інших природничих дисциплін [9]. Йдеться про методи емпіричного рівня пізнання (спостереження, експеримент, порівняння, узагальнення) та методи теоретичного рівня (моделювання, абстрагування, ідеалізація, формалізація, систематизація та ін.), а також аналіз і синтез як загальні логічні методи пізнання.

Як відомо, дидактика природничих предметів не створює принципово нових методів пізнання. Вона інтерпретує і впроваджує методологію науки (методи наукового пізнання) в освітній процес. Таким чином, у ході вивчення природничих дисциплін формуються уміння та навички, характерні для науково-дослідницької діяльності. Зокрема, це здатність узагальнено описувати явища, формулювати поняття й закони. Учні виконують дослідження, що передбачає висунення гіпотез, планування експериментів, моделювання, а також опрацювання та аналіз отриманих результатів тощо [6, с. 237].

Дотримуючись образного викладу, зазначимо, що точкою перетину операційно-діяльнісної та методологічної траєкторій інтеграції у контексті поєднання концепцій STEM-освіти і НУШ є концепція діяльного навчання. Діяльнісна теорія навчання є тим атрактором, навколо якого вирішуються усі інші аспекти організації освітнього процесу: інтеграція, трансдисциплінарність, компетентнісний підхід, особистісно-орієнтований підхід, дидактичний менеджмент тощо. Діяльнісний підхід полягає у спрямуванні всіх педагогічних заходів на організацію активної діяльності учнів, через яку вони засвоюють способи пізнання і перетворення світу, формують і вдосконалюють особистісні якості [6, с. 184].

У навчанні природничих предметів провідною є дослідницька діяльність, стрижневим принципом навчання є орієнтація на дію [6, с. 189]. При цьому, до-

слідницька діяльність повинна мати проєктний характер. Це підтверджують результати аналізу літературних джерел [6; 14], які свідчать, що істотними особливостями STEM-освіти є:

- її прикладна спрямованість, коли потреба у теорії виникає під час розв'язання практичного завдання або, навпаки, коли набуті теоретичні знання застосовуються на практиці;

- домінування активних методів навчання, що передбачають виконання великої кількості практичних вправ, експериментів, дослідницької діяльності; виконання навчальних завдань у контексті реальних життєвих ситуацій і проблем;

- проєктні технології, які надають можливість учням працювати над реальними проєктами, використовуючи знання з різних навчальних дисциплін;

- інноваційні технології навчання, що сприяють застосуванню сучасних інтерактивних засобів навчальної діяльності – комп'ютерні програми, цифрові лабораторії, інтернет, мультимедійні засоби, відеоуроки, інтерактивні презентації тощо.

Очевидно, що методологія навчально-пізнавальної діяльності у контексті STEM-освіти ґрунтується на категорії навчального проєкту та триєдності його фаз, де кожний проєкт від виникнення ідеї до повного завершення проходить певну послідовність (фаз) свого розвитку (рис. 3).

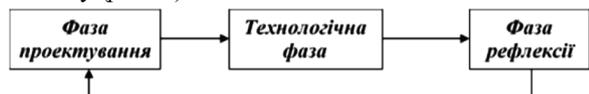


Рис. 3. Проєктно-технологічний тип пізнавальної діяльності

Ключове місце тут належить теорії навчально-пізнавальної діяльності або теорії діяльнісного навчання [2; 4]. Чому? Тому що компетентності, у тому числі й ключові, є прямим продуктом навчально-пізнавальної діяльності, суб'єктом якої є учень.

Не зупиняючись детально на основних концептах діяльнісного підходу до організації освітнього процесу (див. [4]), зазначимо, що характер навчально-пізнавальної діяльності визначається методами навчання, які в дидактиці поділяються на активні та пасивні. *Активні*: частково-пошуковий (евристичний), дослідницький, метод проєктів, *пасивні*: інформаційно-ілюстративний, репродуктивний. У системній цілісності ці методи забезпечують діалектичну єдність двох функцій навчання: інформаційно-ілюстративної та інноваційно-творчої.

Як вже зазначалось, теорія навчання фізики не створює принципово нових методів пізнання, а трансформує методологію природничої науки у навчальну форму, а методологія навчального пізнання відображає методологію науки. Зокрема, процедура навчально-пізнавальної діяльності, яка проєктується і реалізується в умовах застосування дослідницького методу навчання, частково або повністю відображає творчий цикл наукового пізнання: факти, модель гіпотеза, логічні наслідки, експеримент.

Як бачимо, активні методи навчання, зокрема дослідницький метод і метод проєктів, є домінуючими у контексті реалізації концепцій НУШ і STEM-освіти.

Відповідно, дослідницька і проєктна навчально-пізнавальні діяльності у контексті STEM є об'єктами

педагогічного моделювання та практичного втілення. А отже, уміння моделювати дослідницьку і проєктну діяльність учнів та реалізовувати моделі на практиці, здійснювати педагогічне управління процесом навчально-пізнавальної діяльності стає компонентом професійної компетентності учителя. Із цього випливає, що важливим аспектом реалізації STEM-освіти є діяльність дидактичного менеджменту: проєктування методичної системи (цілепокладання, планування, структурування, прогнозування) навчання; організація і управління: розробка системи методів, засобів, форм організації діяльності учіння та управління застосуванням [13, с. 241].

У контексті реалізації діяльнісного підходу у навчанні фізики, нами була запропонована узагальнена системна модель навчально-пізнавальної діяльності у вигляді декомпозиції: *суб'єкт, предмет, продукт, засоби, процедура, зовнішні умови* і запропонований технологічний інваріант проєктування навчально-пізнавальної діяльності у формі відповідного плану-орієнтиру [4].

Дослідницький метод і метод проєктів у їхньому класичному розумінні в умовах STEM-освіти інтегруються в один проєктно-технологічний тип організації навчально-пізнавальної діяльності, результатом якої є STEM-проєкти двох типів: науковий (академічний) STEM-проєкт та інженерний STEM-проєкт. Ці проєкти відрізняються, насамперед, процедурою, а також предметом і результатом навчально-пізнавальної діяльності.

Організація навчального дослідження є непростим завданням, зважаючи на те, що основною формою реалізації освітнього процесу в новій українській школі залишається урок, а імплементація дослідницького методу навчання і методу проєктів у класно-урочну форму навчання завжди була непростим завданням.

Усе викладене дає змогу зробити **висновки**:

- ✓ актуальність STEM-освіти у контексті концепції НУШ визначається трансдисциплінарністю, яка є необхідною умовою формування ключових компетентностей (інтегрованих характеристик) учня.
- ✓ трансдисциплінарність є найвищим рівнем міжпредметної інтеграції, сходження до якого відбувається поетапно. При цьому предметний рівень є початковим і надзвичайно важливим рівнем організації інтегрованого навчання.
- ✓ в основі міждисциплінарного підходу до організації освітнього процесу у контексті вивчення фізики, лежать такі траєкторії інтеграції: *інформаційно-змістова, операційно-діяльнісна і методологічна*;
- ✓ методологічною основою реалізації STEM-освіти у вивченні природничих предметів є моделювання навчально-пізнавальної діяльності та її організація на основі застосування активних методів навчання: дослідницького і проєктного;
- ✓ методологія навчально-пізнавальної діяльності у контексті STEM-освіти ґрунтується на категорії навчального проєкту та триєдності його фаз: фаза проєктування, технологічна фаза, фаза рефлексії;
- ✓ реалізація дослідницького і проєктного методів в умовах класно-урочної форми навчання передбачає ефективне поєднання урочної і позаурочної навчально-пізнавальної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчальної діяльності. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний інститут, 1997. 136 с.
2. Атанов Г.О. Теорія діяльнісного навчання: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2007. 186 с.
3. Войтович О.П., Галатюк Ю.М., Лико Д.В. Використання міжпредметних зв'язків природничих предметів для розвитку творчих здібностей учнів: монографія. Рівне: РДГУ, 2011. 224 с.
4. Галатюк Т.Ю., Галатюк М.Ю., Галатюк Ю.М. Реалізація діяльнісного підходу до навчання фізики у новій українській школі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2024. Вип. 30. С. 43–47.
5. Галатюк Ю.М., Галатюк Т.Ю. Методологічний компонент пізнавальної діяльності у навчанні фізики в Новій українській школі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2022. Вип. 28. С. 102–105.
6. Засєкіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.
7. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Міністерство освіти і науки України: веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/gromadske-obgovorennya/2020/05/15/rozvitku-prirodnicno-matematichnoi-osviti.docx> (дата звернення: 10.10.2025).
8. Кух А.М., Кух О.М. Світоглядно-ціннісні аспекти STEM-освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2023. Вип. 29. С. 118–123.
9. Ляшенко О.І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного в навчанні фізики: дис.... д-ра пед. наук: 13.00.04., 13.00.02 / АПН України. Київ, 1996. 442 с.
10. Негг D.J.C., Akbar B., Brummet J., Flores S., Gordon A., Gray B., Murday J. Convergence education – an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019. No. 21, 229. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11051-019-4638-7#Sec3> (дата звернення: 26.10.2025).
11. Нова українська школа. Міністерство освіти і науки України: веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 11.10.2025).
12. Nicolescu V. Transdisciplinarity – Theory and Practice. Hampton Press, Cresskill, NJ, USA, 2008. 320 p.
13. Опачко М.В. Дидактичний менеджмент у методичній підготовці сучасного вчителя фізики: монографія. Ужгород: ТОВ «РІК-У», 2017. 350 с.
14. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти: колективна монографія / за заг. ред. О.Є. Стрижака, Ю.І. Завалевського. Київ, 2023. 254 с.
15. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю., Січкара Т.Г. Мультидисциплінарний підхід як головна умова ефективної реалізації сучасної моделі природничо-наукової освіти в Україні. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Вип. 29. 2023. С. 52–55.
16. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю., Січкара Т.Г. Першочергові цілі та завдання на шляху реалізації інтегративної моделі природничо-наукової та технічної освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Вип. 28. 2022. С. 32–35.

Yurii HALATIUK¹, Mykhailo HALATIUK²,
Taras HALATIUK³

^{1,2}Rivne State University for the Humanities

³Gymnasium № 6, Rivne

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF TEACHING PHYSICS IN THE CONTEXT OF IMPLEMENTING STEM-EDUCATION AND NUSH CONCEPTS

Abstract. The article examines the methodological principles of teaching physics in the context of implementing STEM education and NUSH concepts. It is shown that the relevance of STEM education in the context of the NUSH concept is determined by transdisciplinary, which is a necessary condition for the formation of key competencies (integrated characteristics) of the student.

Transdisciplinary is the highest level of interdisciplinary integration, the ascent to which occurs gradually. At the same time, the subject level is initial and extremely important for the organization of integrated learning. The interdisciplinary approach to the organization of the educational process in the context of studying physics is based on the following integration trajectories: informational-content, operational-activity and methodological.

The methodological basis for the implementation of STEM education in the study of natural sciences is the modeling of educational and cognitive activity and its organization based on the use of active learning methods: research and project. The methodology of educational and cognitive activity in the context of STEM education is based on the category of an educational project and the trinity of its phases: the design phase, the technological phase, the reflection phase. The implementation of research and project methods in the conditions of the classroom-lesson form of education involves an effective combination of classroom and extracurricular educational and cognitive activity.

Key words: the concept of the National Science and Technology University, STEM education, interdisciplinary integration, active learning methods, educational and cognitive activity, project-based learning technology.

References:

1. Atamanchuk P.S. Upravlinnia protsesom navchalnoi diialnosti. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi derzhavnyi pedahohichnyi instytut, 1997. 136 s.
2. Atanov H.O. Teoriia diialnisnogo navchannia: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Kondor, 2007. 186 s.
3. Voitovych O.P., Halatiuk Yu.M., Lyko D.V. Vykorystannia mizhpredmetnykh zviazkiv pryrodnychkh predmetiv dlia rozvytku tvorchykh zdibnostei uchniv: monohrafiia. Rivne: RDHU, 2011. 224 s.
4. Halatiuk T.Yu., Halatiuk M.Yu., Halatiuk Yu.M. Realizatsiia diialnisnogo pidkhdou do navchannia fizyky u Novii ukrainskii shkoli. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriia pedahohichna*. Vyp. 30. 2024. S. 43–47.
5. Halatiuk Yu.M., Halatiuk T.Yu. Metodolohichnyi komponent piznavalnoi diialnosti u navchanni fizyky v Novii ukrainskii shkoli. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriia pedahohichna*. 2022. Vyp. 28. S. 102–105.
6. Zasiiekina T.M. Intehratsiia v shkilnii pryrodnychii osviti: teoriia i praktyka: monohrafiia. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2020. 400 s.
7. Kontsepsiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity). Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: veb-sait. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/gromadske-obgovorennya/2020/05/15/rozvitku-prirodnicno-matematichnoi-osviti.docx>

8. Kukh A.M., Kukh O.M. Svitohliadno-tsinnisni aspekty STEM-osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Vyp. 29. 2023. S. 118–123.
9. Liashenko O.I. Vzaiemozviazok teoretychnoho ta empyrychnoho v navchanni fizyky: dys.... d-ra ped. nauk: 13.00.04, 13.00.02 / APN Ukrainy. Kyiv, 1996. 442 s.
10. Herr D.J.C., Akbar B., Brummet J., Flores S., Gordon A., Gray B., Murday J. Convergence education – an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019. No. 21, 229. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11051-019-4638-7#Sec3>
11. Nova ukrainska shkola. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: veb-sait. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
12. Nicolescu B. *Transdisciplinarity – Theory and Practice*. Hampton Press, Cresskill, NJ, USA, 2008. 320 p.
13. Opachko M.V. *Dydaktychni menedzhment u metodychnii pidhotovtsi suchasnoho vchytelia fizyky: monohrafiia*. Uzhhorod: TOV “RIK-U”, 2017. 350 s.
14. Svit innovatsiinykh mozhlyvostei: aktualni pytannia rozvytku STEM-osvity: kolektyvna monohrafiia / za zah. red. O.Ye. Stryzhaka, Yu.I. Zavalevskoho. Kyiv, 2023. 254 s.
15. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H. Multydystsyplinarnyi pidkhid yak holovna umova efektyvnoi realizatsii suchasnoi modeli pryrodnycho-naukovoї osvity v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Vyp. 29. 2023. S. 52–55.
16. Shut M.I., Blahodarenko L.Yu., Sichkar T.H. Pershocherhovi tsili ta zavdannia na shliakhu realizatsii intehratyvnoi modeli pryrodnycho-naukovoї ta tekhnichnoi osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. Vyp. 28. 2022. S. 32–35.

Отримано: 2.11.2025

УДК378.018.8

DOI: 10.32626/2307-4507.2025-31.122-126

Валентина ДАРМОСЮК¹, Альона ДИНИЧ², Олексій ЗЕЛЕНСЬКИЙ³, Юрій СМОРЖЕВСЬКИЙ⁴¹Чорноморський національний університет імені Петра Могили²ТОВ “Фаховий передвищій коледж Оптіма Україна”, м. Київ^{3,4}Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнкаe-mail: ¹darmosiuk@gmail.com, ²alona.dynych@gmail.com, ³zelenskyi@kpn.edu.ua, ⁴smorzhevskiy@kpn.edu.ua;
ORCID: ¹0000-0003-3275-8249, ²0000-0003-4592-5843, ³0000-0002-4969-0132, ⁴0000-0001-9832-3390

УЧНЕЦЕНТРИЧНА МАН-РОБОТА: ВІД ЦІКАВОЇ ТЕМИ ДО ВІДТВОРЮВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ (НА ПРИКЛАДАХ КОМБІНАТОРИКИ Й ТЕОРІЇ ГРАФІВ)

Анотація. У статті обґрунтовано учнецентричний підхід до підготовки МАН-робіт з математики, який поєднує правильний вибір теми з доведенням результатів до відтвореного стану. Запропоновано чіткі критерії добору теми (розумність для учня, можливість алгоритмізації, візуалізованість, досяжна наукова новизна, практична застосовність) і продемонстровано, як перетворити їх на покрокову дослідницьку траєкторію: від постановки задачі та компактного огляду літератури до прототипування коду, обчислювальних експериментів, інтерпретації та підготовки рукопису й захисту. Особливий акцент зроблено на типах новизни, реалістичних для рівня МАН: побудова нових каталогів і меж для малих параметрів, алгоритмічні покращення та валідація відомих гіпотез на нових діапазонах, причому всі кроки супроводжуються прозорими метриками успіху.

З урахуванням проаналізованих робіт запропоновано мінімальний стандарт відтворюваності саме для математичної МАН-роботи: однозначні означення й позначення; чітко виписані припущення, твердження та межі застосовності; наведені приклади/контрприкладі; таблиці з параметрами перевірок і короткий опис процедури перевірки коректності обчислень і побудов (які кроки виконано, за якими критеріями зупинялись, як здійснювались підрахунок). Візуалізації виконують доказову, а не декоративну функцію: «ключова фігура» має самодостатній підпис і може бути відтворена за описаною послідовністю кроків (схеми перших (других) околиць у графах; карти покриття пар у лотерейних задачах; порівняльні діаграми між простим підрахунком і вдосконаленою побудовою). Додано коротку оцінювальну рубрику для учня, керівника й журі, що фокусує увагу на актуальності, новизні, коректності доведень/побудов, відтворюваності та якості ілюстрацій. Підхід ілюструється двома репрезентативними кейсами з дискретної математики. Перший – «гіпотеза Сеймура (задача другої околиці)»: на основі властивостей можливих контрприкладів (щільність, діаметр ≥ 3 , штрафна функція, еквівалентність вершинно-зваженої версії) показано, як звузити простір пошуку, формалізувати умови відсікання можливих контрприкладів і побудувати наочні візуалізації околиць. Другий – «комбінаторні покриття для лотерей»: продемонстровано алгоритмічне конструювання накриттів і узгодження верхніх та нижніх меж (зокрема, на реалістичних параметрах наприклад 6-із-36), що дає змогу строго обґрунтовувати оптимальні рішення та перевіряти їх валідаторами. Обидва приклади показують, як досягти балансу між доступністю й науковою новизною, забезпечити відтворюваність і підготувати результати до фахових публікацій та успішного захисту.

Ключові слова: МАН, учнецентричність, комбінаторика, теорія графів, наукова новизна, відтворюваність, візуалізація, наукове письмо, покривні дизайни.

Вступ. Конкурс-захист МАН України формує в старшокласників дослідницьке мислення, академічну культуру та навички наукової комунікації. Водночас значна частина робіт із математики страждає від невідлого вибору тем: надто абстрактні напрями усклад-

нюють розуміння та звужують простір для власного внеску. Українські методичні публікації наголошують на потребі логічної структури, чіткості формулювань, релевантного огляду літератури та прозорої демонстрації результатів [2]. Класичні орієнтири науко-