

УДК 53(07)

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.79.1.26>**О. С. Кузьменко**

доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри фізико-математичних дисциплін
Львівської академії
Національного авіаційного університету,
старший науковий співробітник відділу інформаційно-дидактичного моделювання
Національного центру «Мала академія наук України»

І. М. Савченко

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник,
учений секретар
Національного центру «Мала академія наук України»

ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНІСТЬ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ ЯК УМОВА ПЕРЕХОДУ ДО ПРОФЕСІЙНО ЗОРІЄНТОВАНОЇ ПІДГОТОВКИ СУБ'ЄКТІВ НАВЧАННЯ НА НОВІ ПОКАЗНИКИ ОСВІТИ: АСПЕКТ STEM-НАВЧАННЯ

У статті розглядаються актуальні питання методики навчання фізики на основі технологій STEM-освіти в умовах трансдисциплінарності. З'ясовано, що розвиток інноваційності впливає на модернізацію вищої освіти, зокрема технічної в контексті STEM-освіти. Зазначено, що модернізація вищої освіти в Україні потребує врахування загальних тенденцій розвитку систем вищої освіти в контексті STEM-навчання, а саме: спеціалізації, спрямованої на формування навичок самостійного пошуку перспективних напрямів методології досліджень і відповідних розробок із фізики на основі STEM-технологій; перебудови освітнього процесу, що спрямований на те, щоб засвоєння знань у суб'єктів навчання мало творчий характер і заклало базу для науково-дослідної і конструкторсько-проектної діяльності; посилення трансформаційних аспектів освітнього процесу шляхом розвитку варіативних освітніх програм, зорієнтованих на різні категорії студентів, а також розробки індивідуалізованих програм і визначення темпів навчання стосовно персональних особливостей і здібностей кожного студента у процесі вивчення фізики на основі технологій STEM-освіти; активного пошуку нової методичної системи, яка зорієнтована не тільки на інтелект особистості, але й на емоційну та підсвідому сферу особистості, спрямовану на те, щоб студент із пасивного об'єкта перетворювався на суб'єкт освітнього процесу; фундаментальності змісту курсу фізики для дисциплін професійно зорієнтованого циклу, що передбачає посилення природничо-технічної складових освіти.

У статті розглянуто дефініцію трансдисциплінарності та запропоновано приклади фізичних задач, що розкривають складники STEM-освіти. Визначено, що орієнтування на STEM-освіту, зокрема на особистісно зорієнтоване навчання, та широке запровадження інтегрованих навчальних дисциплін у закладах вищої освіти технічного напрямку навчання сприятимуть посиленню самостійної пізнавально-пошукової діяльності студентів і створенню умов у навчальному середовищі для саморозвитку і самореалізації кожного студента.

Ключові слова: фізика, професійно зорієнтоване навчання, трансдисциплінарність, STEM-освіта, технічні заклади вищої освіти, інноваційність.

Постановка проблеми. Основна мета сучасного етапу розбудови державної системи освіти за умов відтворення та зміцнення інтелектуального потенціалу України та інтеграції у світовий освітній простір головним чином полягає у всебічному розвитку особистості суб'єкта навчання в навчанні фізики та професійно зорієнтованих дисциплін на основі STEM-технологій з урахуванням трансдисциплінарності. Зазначені основні завдання, що ставляться перед вищою освітою, вимагають переносу акцентів в освітньому процесі з пасивного накопичення знань на формування творчої

активної особистості суб'єкта навчання, розвитку індивідуальних його здібностей і таланту, формування готовності до самоосвіти. Ці пріоритетні напрями розбудови фізичної освіти в закладах вищої освіти (ЗВО) реалізуються через вдосконалення освітнього процесу з фізики як фундаментальної дисципліни та окреслення її ґрунтовності для професійно зорієнтованих дисциплін, розроблення на модифікація методики навчання фізики на основі STEM-технологій в умовах трансдисциплінарності, впровадження сучасних технологій навчання (STEM-технологій, комплексів

робототехніки, елементів доповненої реальності, 3D-моделювання, принтування тощо) та їхнє запровадження в навчання фізики.

Для впровадження інноваційних тенденцій розвитку фізичної освіти в контексті розвитку STEM-освіти в Україні склалися сприятливі умови:

- затверджено концепцію STEM-освіти [6];
- прийнято рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціоекономічного розвитку України на середньостроковому (2020) і довгостроковому (2030) часових горизонтах від 21.01.2016 р. (Протокол № 1/1-4);
- розроблено План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016–2018, затвердженого МОН України від 05.05.2016 р.;
- створено віртуальний STEM-центр, що функціонує на базі Національного центру «Мала академія наук України» (<https://stemua.science>);
- створено потужний відділ STEM-освіти в ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»;
- організовано робочу групу науковців та педагогів-практиків для науково-методичного забезпечення STEM-освіти.

Значущість вищезазначених аспектів для освітнього процесу з фізики та професійно зорієнтованих дисциплін зростає саме упродовж останніх років, тому що важливе місце в навчання відводиться спрямуванню навчальної інформації на засвоєння основ фізичної галузі з урахуванням трансдисциплінарності та впровадженням STEM-технологій, а також опануванням наукових методів пізнання та формування STEM-skills (soft skills) здобувачів вищої освіти (ВО) й оволодінню досвідом практичної діяльності в умовах розвитку STEM-освіти з метою одержання, узагальнення та використання нових знань на практиці, що згодом будуть доповнюватися і розширюватися.

Отже, актуальним завданням дидактики фізики, що зорієнтована нині на окреслення інноваційних нововведень, є пошук технологій, засобів навчання, розроблення методик навчання на основі STEM-технологій, що мають прикладний аспект, ґрунтуються на фундаментальних наскрізних генеруючих поняттях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Теоретичні та методичні проблеми вивчення фізики у ЗВО знайшли відображення в докторських дисертаціях Ю. Бендеса, Г. Бушка, С. Величка, Ю. Діка, В. Заболотного, О. Іваницького, О. Коновала, І. Мороза, О. Мартинюка, М. Садового, І. Сальник, В. Сергієнка, А. Сільвейстра, Н. Подопрігори, В. Шарко та в кандидатських дисертаціях І. Богданова, Л. Вовк, Д. Соменка, О. Слободяник та ін.

Актуальні питання впровадження елементів STEM-освіти відображено в наукових працях вітчизняних науковців П. Атаманчука (розглядає вагомість STEM-дефініції як важливої інноватики

сучасної освітньої парадигми) [1], Н. Гончарової (сформувала понятійний апарат STEM-освіти та досліджує використання ігрових технологій в умовах STEM-освіти) [2; 3]; С. Дембіцької (аналізує особливості навчання фізики на основі STEM-технологій), І. Сліпучіної (розглядає педагогічні передумови використання цифрових вимірвальних комплексів як формувального чинника STEM орієнтованого освітнього середовища) [14], О. Стрижака (розглядає категорію трансдисциплінарності як основоположну інтегровану категорію STEM-освіти, а також розкриває основні шляхи використання функціональних можливостей в онтології STEM-освіти) [11; 12], О. Патрикеевої (окреслює сучасні засоби формування STEM-грамотності) [8], І. Чернецького (розглядає науковий та інженерний методи процесів дослідження в навчання природничо-математичних дисциплін, розкриває суть онтолого-керованого підходу в науковому аспекті STEM-освіти) [13; 14].

Таким чином, на основі аналізу вищезазначених наукових праць та з урахуванням сучасних тенденцій розвитку STEM-освіти в Україні спрямуємо своє дослідження на розкриття особливостей методики навчання фізики на основі STEM-технологій з урахуванням трансдисциплінарності. Така методика навчання фізики на основі STEM-технологій дасть змогу створити базу для освоєння дисциплін професійного спрямування з урахуванням трансдисциплінарного підходу та буде відповідати завданням сучасного етапу реформування вищої освіти технічного напрямку навчання.

Мета статті. Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні ефективності методики навчання фізики на основі STEM-технологій для суб'єктів навчання ЗВО технічного профілю на основі технологій STEM-освіти, що дасть змогу забезпечити їхню активну пізнавально-пошукову та самостійну діяльність.

Виклад основного матеріалу. З урахуванням Концепції розвитку національної інноваційної системи України [7] звернемо увагу на те, що одним із вагомих аспектів державної політики є активізація інноваційних процесів, підвищення інноваційно-інтелектуального потенціалу країни, її конкурентоспроможності на світовому ринку технологій, наукових знань і трудових ресурсів, тому забезпечення інноваційної спрямованості освіти має здійснюватися шляхом утворення інноваційних освітніх структур (STEM-центрів, STEM-лабораторій, інноваційних кластерів, альянсів та ін.), що відповідатимуть вимогам європейських стандартів та інтелектуальних національних традицій, впровадження інноваційних освітніх програм, зорієнтованих на розвиток soft skills у здобувачів ВО в процесі навчання фізики та професійно зорієнтованих дисциплін.

На основі розвитку STEM-освіти, власного досвіду та наукової діяльності, а також аналізу першоджерел [3; 9; 16; 17] виявлено низку суперечностей, зокрема, між:

– новітніми науковими здобутками у навчанні фізики на основі STEM-технологій ЗВО та традиційними методичними підходами щодо формування професійно зорієнтованої підготовки фахівця з технічного напрямку навчання;

– упровадженням трансдисциплінарного підходу навчання фізики та його фрагментарності в процесі формування професійної STEM-компетентності, що формується в умовах розвитку STEM-освіти;

– необхідністю використання STEM-підходів у реалізації трансдисциплінарних зв'язків із використанням STEM-технологій та традиційним методичним забезпеченням цього процесу.

Зазначимо, що великого значення набуває проблема реалізації трансдисциплінарності фундаментальних дисциплін, зокрема фізики, та дисциплін професійно зорієнтованого спрямування.

Нині трансдисциплінарні дослідження виявляються в багатьох галузях науки.

Вчений Ж. Піаже запропонував термін трансдисциплінарності на засіданні семінару «Міжпредметні зв'язки – проблеми освіти і досліджень в університетах», який проходив у вересні 1972 року у Франції: «На етапі міждисциплінарних відносин ми переходимо на вищий рівень – трансдисциплінарний, коли стає можливою не тільки тісна взаємодія між науково-дослідними напрямками, а й поглиблення зв'язків між ними, долаючи стійкі дисциплінарні бар'єри» [15].

Враховуючи результати досліджень бельгійського вченого Е. Джадж [17], виділимо чотири види трансдисциплінарності, що слід використовувати у процесі навчання фізики у ЗВО технічного профілю:

1) трансдисциплінарність-0 – ілюстративне використання метафори;

2) трансдисциплінарність-1 – ґрунтується на зусиллях формального взаємозв'язку розуміння окремих дисциплін. Він забезпечує формування логічних мета-рамок, за допомогою яких їхні знання інтегровані на вищому рівні абстракції, ніж це відбувається в міждисциплінарності;

3) трансдисциплінарність-2 – внутрішній зв'язок з особистим досвідом дослідника;

4) трансдисциплінарність-3 – використання генеральних метафор, що мають фундаментальне пізнавальне значення.

Науковець В. Сидоренко виділяє чотири рівні інтеграції наукового знання, які розмежовують напрями наукових досліджень щодо вирішення комплексних міждисциплінарних проблем [10]: інтрадисциплінарний (у межах окремих наук); інтердисциплінарний (у межах двох або трьох галузей наук); супрадисциплінарний (висока ступінь інтеграції); трансдисциплінарний (інтеграція наукових понять, теорій методів і методів у філософських концепціях).

Провідна вчена Л. Шестакова окреслила особливості міждисциплінарної взаємодії в освітньому процесі ЗВО [9], які ми розглянули в аспекті методики навчання фізики на основі STEM-технологій на засадах трансдисциплінарності:

– розгляд структури наукового пізнання суб'єкта навчання на основі природознавчого знання, техно-знання, соціо-знання та гуманітарного знання;

– динамічна взаємодія між вищезазначеними галузями сучасного знання;

– проникність гуманітарного знання у всі галузі наукового знання з урахуванням тенденцій розвитку STEM-освіти.

Трансдисциплінарність є однією з особливостей сучасної науки, що об'єднує теоретичні знання в цілісну систему, відбиває об'єктивний світ у його єдності і розвитку. Такий інноваційний підхід сучасних знань із фізики як важливої фундаментальної науки має знайти відображення в дисциплінах професійного спрямування, що вивчаються здобувачами ВО в технічних закладах вищої освіти.

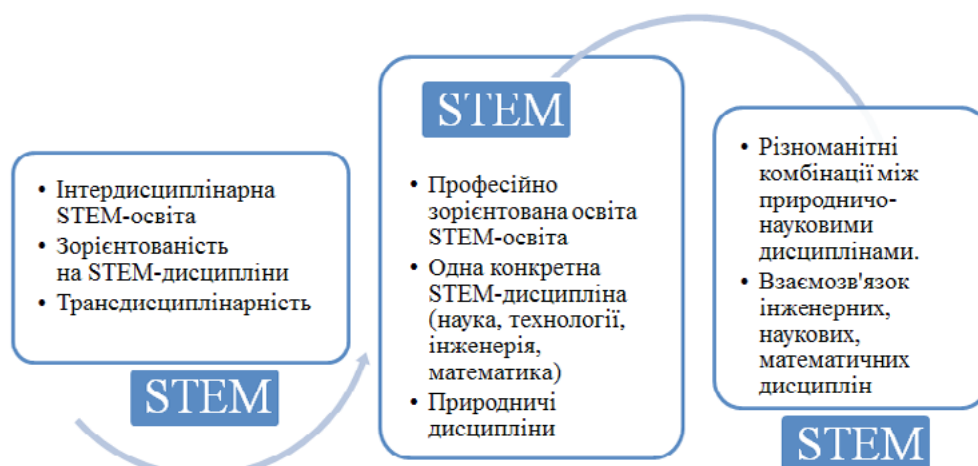


Рис. 1. Елементи STEM-освіти

Завдяки трансдисциплінарному відображенню курсу проявляється інтерес суб'єктів навчання до вивчення фізики, що своєю чергою призводить до формування міждисциплінарних зв'язків.

Виділимо основні компоненти STEM-освіти, що органічно відтворюються в освітній STEM-концепції та відображають трансдисциплінарний підхід (рис. 1).

У контексті інноваційних змін когнітивні практики тяжіють до трансдисциплінарного синтезу, тому що вона пов'язана зі здатністю всебічно підходити до аналізу задач і дає змогу вивчати те, що неможливо побачити, сприйняти в межах однієї наукової дисципліни з її специфічними об'єктом, предметом і методами дослідження.

Базисом створення нових знань про інновації в освіті, вважає В. Докучаєва, слугують відомості з різних наукових галузей, як класичних, так і порівняно нових, що утворені шляхом міждисциплінарного синтезу з окресленням трансдисциплінарності [4, с. 356].

Трансдисциплінарний STEM пропонуємо розділити на фундаментальні та нефахові сфери діяльності. Така класифікація окреслить, чи освітній рівень зосереджений на професійно зорієнтованих навичках професії чи на більш широких сферах, таких як навички, корисні для повсякденного життя, або основні навички для різних робочих місць.

У трансдисциплінарній освіті (наука, технологія, інженерія та математика або STEM-дисципліни) (рис. 1) конкретні навички мають технічний або методологічний характер і пов'язані з дисциплінами, що є актуальними на сучасному розвитку освіти. Це не інтегровані навички STEM, а наукові або математичні або інженерні навички. Іншими словами, дисциплінарні навички сприяють набору навичок STEM. Навички, що пов'язані з дисциплінами, об'єднано в таких галузях, де існує потреба в конкретному проєкті або занятті, наприклад, наукові, математичні та будівельні навички для інженерної діяльності.

Розглянемо приклади розв'язування задач із фізики з виокремленням STEM-складників (науковості, технологій, інженерії, математики), що є невід'ємною складовою частиною освітнього ЗВО технічного профілю, тому що дає змогу формувати та збагачувати фізичні поняття, розвиває фізичне мислення суб'єктів навчання, їхні навички застосування знань на практиці. Розв'язування фізичних задач із вивченням наскрізного генеруючого поняття симетрії є способом перевірки та систематизації знань, дає змогу раціонально проводити повторення, розширювати та поглиблювати знання, сприяє формуванню світогляду, знайомить із досягненнями науки, техніки та ін.

Наприклад, принцип симетрії доцільно застосовувати в процесі розв'язування задач на відшукування центра ваги різних тіл. Центром ваги тіла

називається точка прикладання ваги цього тіла. Коли тіло однорідне та має центр симетрії, то центр ваги збігається з центром симетрії. Це положення легко перевірити за допомогою принципу симетрії, причому треба мати на увазі, що коли тіло сферично симетричне, то потрібно говорити не про однорідність тіла, а про сферичну симетрію в розподілі маси тіла. Коли тіло неоднорідне чи не має центра симетрії, то положення центра ваги обчислити важко, а то і зовсім неможливо. Центр ваги однорідних тіл і фігур, що мають центр симетрії, збігається з їхніми геометричними центрами.

Таким чином, ми можемо розглянути складники STEM-освіти через трансдисциплінарність:

1) фізики – тема «Динаміка механічних систем»;

2) теоретичної механіки – тема «Центр мас. Центрування літака». Тема «Динаміка системи. Моменти інерції твердого тіла. Теорема про рух центру мас системи. Механічна система. Класифікація сил, що діють на механічну систему. Маса системи. Центр мас системи. Диференціальні рівняння руху механічної системи»;

3) повітряних перевезень – тема: термінологія. Маса порожнього літака. Маса порожнього спорядженого літака. Маса екіпажу. Маса бортпровідників. Маса продуктів харчування. Максимальна маса комерційного завантаження. Гранична маса комерційного завантаження та ін. Центрувальні характеристики повітряного судна: центрування порожнього літака, центрування спорядженого літака, центрування літака без палива, злітне центрування літака, посадкове центрування літака, польотне центрування літака, гранично припустимі польотні центрування літака, діапазон гранично припустимих польотних центрувань літака, центрування перекидання літака на хвіст, гранично припустиме центрування літака на землі;

– тема «Процедура визначення маси літака та балансувальна документація. Додавання маси пасажирів та вантажів. Додавання маси палива»;

– тема «Розрахунок центру тяжіння. Центр тяжіння при пустих масах. Рух центра мас тяжіння при заливці палива, навантаженні та завантаженні баласту»;

– тема «Навантаження на одиницю площі, вантаж: який переміщується, підтримка вантажу. Переміщення центра тяжіння за встановленні межі. Пошкодження через інерцію навантаження».

Якщо пропонується в задачі відшукати центр ваги симетричної фігури, симетрія якої порушена (вирізано отвір чи до симетричної фігури прикріплена пластинка симетричної форми), то таку задачу суб'єктам навчання треба розв'язувати таким чином: 1) виконуючи над тілом мисленнєву операцію, яка відновлює симетрію тіла, що була порушена, тобто вирізати симетричну порожнину, отвір, знімати прикріплені частини; 2) вважаючи ці

додані чи відняті частини реально існуючими та з огляду на те, що вони перебувають там, де ми їх уявно розміщуємо за правилом моментів, знаходимо центр ваги заданої фігури як системи, що складається з двох симетричних тіл, центри ваги яких лежать у їхніх центрах симетрії. Потрібно зазначити студентам, що в цьому випадку немає потреби користуватись поняттям від'ємної маси, застосування якої дає той самий результат, але фізично нічим не виправдане.

Під час розв'язування фізичних задач із використанням поняття симетрії потрібно використовувати такі елементи симетрії: площина симетрії, вісь симетрії, центр симетрії. Застосування принципу симетрії в процесі вивчення загального курсу фізики студентами у ЗВО вимагає підготовчої роботи, а саме: знайомства із симетрією предметів і явищ у повсякденному житті [5], адже в суб'єктів навчання ці уявлення не зовсім чіткі, послідовні, осмислені, тому в цей період викладач має уважно спрямувати їхню діяльність і виправляти їхні уявлення, використання поняття про симетрію фігур у курсі математики. Треба пам'ятати, що в математиці геометрична симетрія вивчається досить глибоко, але застосовується явно недостатньо; поширення поняття симетрії геометричних фігур на фізичні об'єкти та явища; розгляду принципу симетрії.

Такі задачі дають змогу суб'єктам навчання проявити свою творчу самостійність і привчають кожного з них під час розв'язання конкретних питань виходити з нерозривного зв'язку між теорією та практикою. Ці задачі сприяють поглибленню та закріпленню знань суб'єктів навчання з фізики та професійно зорієнтованих дисциплін, стимулюють інтерес до питань, що становлять предмет вивчення, розвивають самостійність та ініціативу, формують необхідні для практичної діяльності уміння та навички в процесі навчання фізики у ЗВО.

Висновки і пропозиції. У процесі нашого дослідження нами встановлено, що впровадження в українських ЗВО технічного профілю методики навчання фізики на основі STEM-технологій в умовах трансдисциплінарного підходу сприятиме: 1) модернізації системи методичної, практичної підготовки майбутніх висококваліфікованих фахівців технічної галузі; 2) налагодженню виробництва вітчизняного навчального обладнання і дидактичних засобів навчання фізики за напрямками STEM-освіти; 3) розвитку особистості, що спрямований на активне та конструктивне входження в сучасні інноваційні процеси і досягнення високого рівня самореалізації здобувача ВО в навчанні фізики та професійно зорієнтованих дисциплін.

Надалі робота з дослідження цієї проблеми може проводитися в таких напрямках: удосконалення змісту і системи фізичного експерименту на основі STEM-технологій з урахуванням трансдис-

циплінарного підходу; підсилення зв'язку викладання курсу фізики з фаховою спрямованістю студентів нефізичних спеціальностей технічних ЗВО в контексті STEM-освіти.

Список використаної літератури:

1. Атаманчук П., Атаманчук В. STEM-інтеграція як важлива інноватика сучасної освітньої парадигми. *STEM-освіта – проблеми та перспективи* : збірник матер. II Міжнар. наук.-практ. семінару, м. Кропивницький, 25–26 жовтня 2017 р. / за заг. ред. О.С. Кузьменко та В.В. Фоменка. Кропивницький : КЛА НАУ, 2017. С. 9–10.
2. Гончарова Н.О. Використання ігрових технологій в STEM-освіті. *Проблеми освіти*. Київ, 2016. С. 160–164.
3. Гончарова Н. Понятійно-категоріальний апарат з проблеми дослідження аспектів STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України* : збірник наук. праць. 2017. Вип. 10. С. 104–114.
4. Докучаєва В.В. Теоретико-методологічні основи проектування інноваційних педагогічних систем : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01. Луганськ, 2007. 481 с.
5. Ковальов І.З. Застосування принципу симетрії при розв'язуванні задач з фізики. Кіровоград : Кабінет фізики обласного інституту удосконалення вчителів. 1973. 63 с.
6. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text>
7. Концепція розвитку національної інноваційної системи. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/680-2009-p#Text>
8. Патрикеева О.О., Черноморець В.В., Коваленко М.В. Навчальні програми – ефективний засіб формування STEM-грамотності. *Освіта. Технікуми, коледжі*. 2017. № 2 (42). С. 32–34.
9. Подопрігора Н.В. Методична система навчання математичних методів навчання у педагогічних університетах : Монографія. Міністерство освіти і науки України; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград : ФО-П Александрова М.В., 2015. 512 с.
10. Сидоренко В., Білевич С. Фундаменталізація професійної підготовки як один із пріоритетних напрямів розвитку вищої освіти в Україні. *Вища освіта України*. 2004. № 3. С. 35–41.
11. Стрижак О.Є. Трансдисциплінарність навчально-інформаційного середовища. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2016. Вип. 8. С. 13–27.
12. Стрижак О., Сліпучіна І., Поліхун Н., Чернецький І. Ключові поняття STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*: зб.наук. праць. 2017. Вип.10. С. 89–103.
13. Чернецький І.С. та інші. Застосування онтолого-керованого підходу в науковому аспекті

- STEAM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2016. Вип. 8. С. 267–281.
14. Чернецький І., Поліхун Н., Сліпухіна І. Місце STEM-технології навчання в освітній парадигмі XXI століття. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. Вип. 9. С. 50–62.
15. André Lichnerowicz. Mathématique et transdisciplinarité, in Léo Apostel et al, 1972.
16. Basarab Nicolescu. TRANSDISCIPLINARITY – PAST, PRESENT AND FUTURE. Published in *Moving Worldviews – Reshapingsciences, policies and practices for endogenous sustainable development*, COMPAS Editions, Holland, 2006, edited by Bertus Haverkort and Coen Reijntjes, p. 142–166. URL: http://basarab-nicolescu.fr/Docs_articles/Worldviews2006.htm#_ftn1
17. Judge, A. (1994) Conference Paper. 1st World Congress of Transdisciplinarity, Union of International Associations. URL: <http://www.uia.org/uiadocs/aadocnd4.htm>.
-

Kuzmenko O., Savchenko I. Transdisciplinarity in physics teaching as a condition for the transition to professionally oriented training of subjects of learning on new indicators: aspect of STEM learning

The article considers topical issues of physics teaching methods based on STEM education technologies in the conditions of transdisciplinarity. It was found that the development of innovation affects the modernization of higher education, including technology in the context of STEM education. It is noted that the modernization of higher education in Ukraine requires consideration of general trends in higher education systems in the context of STEM-learning, namely: specialization aimed at developing skills of independent search for promising areas of research methodology and relevant developments in physics based on STEM-technologies; restructuring of the educational process, which is aimed at ensuring that the acquisition of knowledge in the subjects of education was creative and would lay the foundation for research and design activities; strengthening the transformational aspects of the educational process through the development of varied educational programs aimed at different categories of students, as well as the development of individualized programs and determining the pace of learning about the personal characteristics and abilities of each student in the study of physics based on STEM education; active search for a new methodological system, which focuses not only on the intellect of the individual, but also on the emotional and subconscious sphere of the individual, aimed at ensuring that the student from a passive object becomes a subject of the educational process; fundamental content of the course of physics for disciplines of professionally oriented cycle, which provides: strengthening the natural and technical components of education.

The article considers the definition of transdisciplinarity and offers examples of physical problems that reveal the components of STEM education. It is determined that the focus on STEM education, especially on personality-oriented learning and the widespread introduction of integrated disciplines in higher education institutions of technical direction will help strengthen independent cognitive and exploratory activities of students and create conditions in the learning environment for self-development and self-realization of each student.

Key words: physics, professionally-oriented education, transdisciplinarity, STEM education, technical institutions of higher education, innovation.