

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>



Коробова І.В., Барильник-Куракова О.А. Методичні особливості конструювання фізичних STEM-задач у процесі навчання майбутніх моряків. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 3(25). Частина 2. С. 75-80.

Korobova I., Baryllyk-Kurakova O. Methodical features of physics STEM-tasks designing in educational process of future seafarers. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 3(25). Part 2. P. 75-80.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-025-3-029

УДК: 37.01/.09

І.В. Коробова

Херсонський державний університет, Україна

irinakorobova8@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2653-277X

О.А. Барильник-Куракова

Херсонська державна морська академія, Україна

oksanakurakova@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4340-9474

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ STEM-ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ МОРЯКІВ

АНОТАЦІЯ

Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) визначено, що STEM-освіта є пріоритетним напрямком реформування освіти в Україні на всіх її рівнях - дошкільної, загальної середньої, позашкільної, професійно-технічної та вищої освіти. Нагальність даної концепції зумовлена тим, що державі вкрай потрібні висококваліфіковані фахівці інженерного напрямку, але на жаль, в останні десятиріччя в освітньому просторі спостерігається зворотна тенденція - перенасичення ринку праці спеціалістами гуманітарного профілю на шкоду інженерних професій. Актуальність даної статті зумовлена необхідністю визначення підходів до формування STEM-компетентностей майбутніх моряків та розробки методичного забезпечення до організації STEM-навчання загальної фізики.

Формулювання проблеми. Метою статті є визначення вимог до конструювання змісту STEM-задач з фізики у процесі навчання майбутніх моряків на основі застосування прагматичного, контекстного й особистісно орієнтованого підходів.

Матеріали й методи. В роботі використані теоретичні й емпіричні методи дослідження, такі як аналіз літературних джерел, синтез, порівняння умов задач, спостереження за освітнім процесом, систематизація й узагальнення результатів дослідження.

Результати. У роботі наведено конкретну STEM-задачу з механіки та обґрунтовано механізм її конструювання на основі сформульованих вимог. Досвід застосування рівневих STEM-задач у процесі навчання фізики показав їх доцільність та ефективність для формування STEM-компетентностей майбутніх моряків. Системне застосування STEM-задач посприяло розвитку когнітивних та дослідницьких навичок, креативного мислення, уміння експериментувати, аналізувати отриманий результат та робити висновки, що позитивно вплинуло на якість навчальних досягнень курсантів в освітньому процесі з фізики.

Висновки. Доведено, що STEM-задачі з фізики мають відповідати таким вимогам: умова задачі має відображати реальну життєву або професійну ситуацію та створювати ефект «присутності»; у процесі презентації умови або розв'язання задачі мають бути задіяні реальний або віртуальний фізичний експеримент, комп'ютерні технології, математичне обґрунтування результату; запитання до задачі мають бути сформульовані так, щоб її розв'язування передбачало використання елементів наукового пізнання, дослідження «навпаки»; для системного формування STEM-компетентностей у курсантів, які мають різні рівні пізнавальних здібностей, доцільно створити диференційовані завдання евристичного, дослідницького та творчого рівнів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: STEM-освіта, STEM-компетентності, STEM-задача, прагматичний підхід, контекстний підхід, особистісно орієнтований підхід, навчання фізики.

ВСТУП

У концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) зазначено, що «важливими драйверами економіки нашої держави є машинобудування, металургія, ІТ-сфера, будівництво, транспорт, наукоємне та високотехнологічне виробництво. Їх у XXI столітті називають узагальнено галузями STEM, такими, що безпосередньо пов'язані з наукою, технікою, технологіями, інженерно-орієнтованою діяльністю людини» (STEM-концепція, 2020). Основними документами, на яких базується зазначена концепція, є: Резолюція, прийнята Генеральною Асамблеєю ООН від 25 вересня 2015 року «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року»;

Звіт Європейського Парламенту «Заохочення досліджень STEM для ринку праці» (березень 2015 року); Інчхонська декларація «Освіта 2030» Всесвітнього освітнього форуму під егідою ЮНЕСКО (19-22 травня 2015 року), яка визнає STEM-освіту як ключову стратегію досягнення цілей сталого розвитку; програмний документ Міжнародного бюро з питань освіти ЮНЕСКО «Дослідження STEM-компетентностей для XXI століття» (лютий 2019 року) (STEM-концепція, 2020).

Нагальність даної концепції зумовлена тим, що державі вкрай потрібні висококваліфіковані фахівці інженерного напрямку, але на жаль, в останні десятиріччя в освітньому просторі спостерігається зворотна тенденція – перенасичення ринку праці спеціалістами гуманітарного профілю на шкоду інженерних професій. Саме тому STEM-концепцією на даний час визначено, що *STEM-освіта є пріоритетним напрямком реформування освіти в Україні на всіх її рівнях - дошкільної, загальної середньої, позашкільної, професійно-технічної та вищої освіти.* (STEM-концепція, 2020). Актуальність даної статті зумовлена необхідністю визначення підходів до формування STEM-компетентностей майбутніх моряків та розробки методичного забезпечення до організації STEM-навчання дисципліни «Фізика».

Метою статті є визначення вимог до конструювання змісту STEM-задач з фізики у процесі навчання майбутніх моряків на основі застосування прагматичного, контекстного й особистісно орієнтованого підходів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Предметом дослідження є підходи до організації STEM-освіти та вимоги до конструювання різнорівневих STEM-задач з фізики з метою формування фізичної STEM-компетентності майбутніх моряків. В роботі використані теоретичні й емпіричні методи дослідження, такі як аналіз літературних джерел, синтез, порівняння умов задач, спостереження за освітнім процесом, систематизація й узагальнення результатів дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі наведено конкретну STEM-задачу з механіки та обґрунтовано механізм її конструювання на основі сформульованих вимог. Досвід застосування рівневих STEM-задач у процесі навчання фізики показав їх доцільність та ефективність для формування STEM-компетентностей майбутніх моряків. Системне застосування STEM-задач посприяло розвитку когнітивних та дослідницьких навичок, креативного мислення, уміння експериментувати, аналізувати отриманий результат та робити висновки, що позитивно вплинуло на якість навчальних досягнень курсантів в освітньому процесі з фізики.

ОБГОВОРЕННЯ

У процесі аналізу результатів попередніх досліджень виявлено, що низка науковців вбачає впровадження STEM-освіти шляхом реалізації: міждисциплінарного (трансдисциплінарного) та проєктного підходів (Патрикеева, Лозова, Горбенко, 2016); міжпредметних зв'язків біології і математики (Савицька, 2019), фізики, математики, інформатики (Очков, 2017); поєднанні природничо-наукової підготовки з фізики, хімії, біології з інформатикою (Швайка, 2018) та інш. Державні документи (STEM-концепція, 2020) орієнтують українських освітян на формування STEM-компетентностей здобувачів освіти у позаурочний час шляхом залучення молоді до роботи у STEM-центрах, STEM-школах, секціях МАН, гуртках робототехніки з метою професійної орієнтації. Для формування STEM-компетентностей майбутніх фахівців у закладах вищої освіти передбачені спеціалізовані курси інтегративного змісту, такі як «Фізико-математична інформатика», «Фізичні основи судноводіння» та ін. Слід зазначити, що інтегративні курси й позаурочні гуртки та секції слугують засобом реалізації трансдисциплінарного підходу до запровадження STEM-освіти. Проте, для формування STEM-компетентностей важливо використовувати й звичайні аудиторні заняття зі STEM-предметів, до складу яких входить фізика. Особливо це стосується курсантів, які вже обрали майбутню професію, але STEM-компетентності в них сформовані ще недостатньо.

STEM-концепцією визначено, що одним із пріоритетних напрямків розвитку STEM-освіти є *фундаментальна природничо-математична освіта*. Відповідно STEM-компетентність як результат природничо-математичної освіти – «здатність особистості застосовувати знання та вміння, пов'язані з предметами STEM, належним чином у своєму повсякденному житті, на робочому місці чи в освіті для ефективного виконання технічних чи професійних задач» (STEM-концепція, 2020). Аналіз мінімальних стандартів компетентностей фахівців різних морських професій, визначених Міжнародною конвенцією про підготовку і дипломування моряків та несення вахти, з поправками (Конвенція і Кодекс ПДНВ, 2010), дає підстави стверджувати, що фізика є провідною фундаментальною дисципліною у процесі професійної підготовки майбутніх моряків. На важливості застосування фізичних знань у морських професіях акцентується увага в роботах «Фізика в мореплавстві» (Барильник-Куракова, 2014); «Системные задачи статической прикладной физики морского флота» (Мищик, 2015) та ін. Проте, розробок фізичних STEM-задач з орієнтацією на морські професії у методичній літературі нами не було знайдено.

Оскільки до STEM-предметів відносять фізику як одну з природничих дисциплін, доцільно, на нашу думку, виокремити *фізичну STEM-компетентність* як складову *інтегральної STEM-компетентності*. Відповідно визначаємо *фізичну STEM-компетентність майбутнього моряка* як інтегровану здатність особистості застосовувати *фізичні* знання, вміння та досвід у своїй професійній діяльності для ефективного виконання технічних і професійних задач. З урахуванням поділу компетентностей у ЗВО на *загальні* та *спеціальні* (Коровин, 2010), до загальних відносимо ключові STEM-компетентності, до спеціальних – фізичну STEM-компетентність. У «Концепції» визначені такі ключові STEM-компетентності майбутніх фахівців:

- когнітивні навички – здатність до навчання, когнітивна гнучкість, увага, пам'ять, аналітичне, критичне, креативне мислення, аргументація, пошук ідей, прийняття рішень, вміння проводити спостереження та робити висновки;
- обробка інформації, інтерпретація та аналіз даних;
- вирішення проблем та інженерне мислення – виявлення та вирішення складних проблем, базуючись на аналізі даних, виробленні рішень, оцінці варіантів та втілення рішень;

- науково-дослідницькі навички – володіння систематичною методологією наукового дослідження;
 - алгоритмічне мислення та цифрова грамотність – ефективне використання цифрових технологій, що включає технічну здатність користуватися персональним комп’ютером, планшетом чи мобільним телефоном та сервісами Інтернету;
 - дизайн-мислення, креативність та інноваційність – структура творчих стратегій та процесів для вироблення рішень та виробів, що сприяє творчості та інноваційності;
 - маніпулятивні та технологічні навички – психомоторні навички, пов’язані з правильним та безпечним використанням наукового та технічного обладнання, апаратів, зразків та речовин, які можуть бути специфічними для певної галузі;
 - колаборація та навички комунікації – навички спілкування, ефективної роботи в команді (STEM-концепція, 2020).
- Н. Балик, Г. Шмигер, спираючись на іноземні дослідження, теж виокремлюють ключові STEM-компетентності, такі як: уміння поставити проблему; уміння сформулювати дослідницьке завдання й визначити шляхи його вирішення; уміння застосовувати знання в різних ситуаціях, розуміти можливість інших точок зору щодо розв’язання проблем; уміння оригінально розв’язати проблему; уміння застосовувати навички мислення високого рівня (Балик&Шмигер, 2007). Як бачимо, зазначені компетентності є частиною тих, що виділені у STEM-концепції як *науково-дослідницькі навички*. Отже, перелік ключових STEM-компетентностей, поданих у «Концепції», є найбільш повним.

З нашого погляду, зазначені ключові STEM-компетентності, пронизуючи усі STEM-предмети, разом зі спеціальними компетентностями мають входити до складу інтегральної STEM-компетентності майбутнього моряка. Враховуючи сказане, визначаємо місце фізичної STEM-компетентності у структурі інтегральної STEM-компетентності та її зв’язок із базовими STEM-компетентностями (рис. 1).

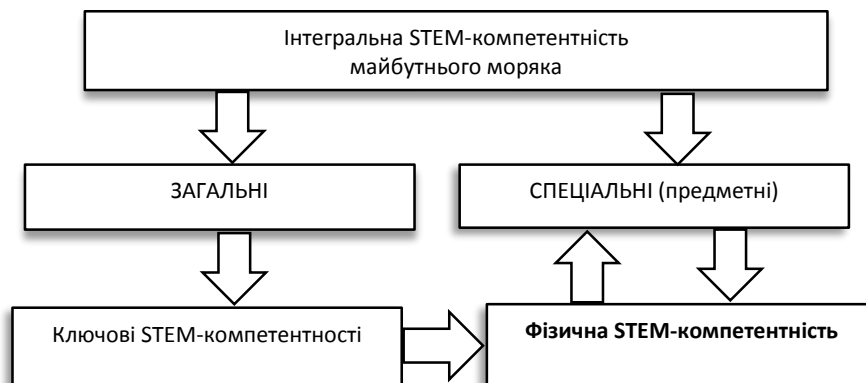


Рис. 1. Місце фізичної STEM-компетентності у структурі інтегральної STEM-компетентності

Таким чином, фізична STEM-компетентність формується у взаємозв’язку з іншими спеціальними та загальними STEM-компетентностями. У процесі збагачення та доповнення зазначених компонентів відбувається формування єдиної інтегральної STEM-компетентності майбутнього моряка.

Визначені науковцями трансдисциплінарний (міждисциплінарний) та проєктний підходи до формування STEM-компетентностей безумовно є основою STEM-освіти, але не охоплюють, на наш погляд, усіх її аспектів. Сутність STEM-технології зводиться до навчання «навпаки» (Галата, 2017). Це означає, що процес засвоєння нового знання відбувається за схемою «від практики до теорії». Для забезпечення подібного алгоритму потрібно застосовувати практичні методи, які передуватимуть теоретичним. Зокрема, навчання «навпаки» має бути організоване таким чином, щоб студенти (курсанти) спочатку виконували практичні (експериментальні) завдання-дослідження, а потім робили з них теоретичні висновки. Зазначений підхід у навчанні відомий як *праксеологічний* (Колесникова&Титова, 2005). Отже, констатуємо, що праксеологічний підхід є методологічною основою STEM-освіти. Впровадження праксеологічного підходу передбачає використання дослідницьких (пошукових) *практичних* та *експериментальних* завдань у процесі навчання фізики. Під час їх розв’язування у курсантів формуються усі перелічені вище ключові STEM-компетентності, а також інтегральна природничо-наукова компетентність.

Сутність *контекстного підходу* полягає у моделюванні предметного і соціального (соціокультурного) контекстів майбутньої професійної діяльності курсанта у формах його пізнавальної діяльності, що надає навчанню особистісного сенсу, породжує інтерес до «привласнення» змісту професійної освіти (Вербицкий, 2004). Впровадження контекстного підходу у навчання майбутніх моряків передбачає використання *ситуаційних задач технічного спрямування* (STEM-кейсів), організацію *ділових ігор*, які занурюють курсанта у реальні професійні ситуації. Наше дослідження показало, що STEM-навчання має бути таким, що відбиває реальні життєві та професійні ситуації. З огляду на це, впровадження *контекстного підходу* до навчання покращує його організацію, робить особистісно значущим.

Оскільки контингент курсантів відрізняється розбіжністю у рівнях пізнавальних здібностей, доцільно застосовувати *особистісно орієнтований* підхід до організації навчання фізики. Це стосується як організаційних форм, серед яких перевагу слід віддавати індивідуальним та груповим, так і *диференціації змісту фізичних завдань за рівнями*. Згідно з теорією «вільного розвитку особистості», засумніватися в здатності дитини вибрати зробити означене фактично відхилення їхнього вибору (Балл, 1994). Щоб кожен курсант відчував себе комфортно під час навчання, йому пропонують самостійно зробити *вибір, на якому рівні працювати над розв’язанням STEM-задачі*. При цьому завдання різних рівнів мають

відрізнятися не за рівнем складності, а за способами організації діяльності (Анофрикова, 1995), або за рівнями «учнівської творчості» (репродуктивний, пошуковий, дослідницький, творчий) (Коробова, 1998). Згідно з даною класифікацією, репродуктивний рівень характеризується здатністю до виконавської діяльності; евристичний – здатністю до пошукової діяльності; дослідницький – здатністю до пошукової та дослідницької діяльності; творчий (науковий) рівень – здатністю до самодіяльності. Оскільки STEM-задача є складнішою за репродуктивну, то запитання до неї ми розрізняємо за евристичним, дослідницьким та творчим рівнями, виключивши репродуктивний.

На основі аналізу означення фізичної STEM-компетентності нами були визначені вимоги до конструювання змісту фізичної STEM-задачі, та співвіднесені з підходами, що забезпечують впровадження STEM-освіти (табл. 1).

Таблиця 1

Узгодження вимог до конструювання STEM-задач та підходів до STEM-навчання

№ п/п	Вимоги до конструювання змісту фізичної STEM-задачі	Підходи до STEM-навчання
1	Умова задачі має відображати реальну життєву або професійну ситуацію (кейс-задача, або навчальний кейс) та створювати ефект «присутності».	Контекстний
2	У процесі презентації умови або розв'язання задачі мають бути задіяні реальний або віртуальний фізичний експеримент, комп'ютерні технології, математичне обґрунтування результату тощо	Міждисциплінарний
3	Запитання до задачі мають бути сформульовані так, щоб її розв'язання передбачало використання елементів наукового пізнання, дослідження «навпаки» (аналіз фактів – гіпотеза – експеримент – аналіз отриманого результату – математичне підтвердження результату – висновки)	Праксеологічний
4	Для системного формування STEM-компетентностей у курсантів, які мають різні рівні пізнавальних здібностей, доцільно створити рівневі завдання евристичного, дослідницького та творчого рівнів.	Особистісно орієнтований

Нижче представлено умову STEM-задачі з фізики (розділ «Механіка»), адаптовану для майбутніх фахівців морського профілю зазначених вище рівнів пізнавальних здібностей. За основу нами було взято загадку з фізики такого змісту: «Баржа з вантажем металобрухту на борту увійшла до шлюзу. З якоїсь невідомої причини матроси на баржі почали скидати металобрухт у воду, і робили це вони, поки повністю не спустошили трюми баржі. Що станеться з рівнем води у шлюзі?» (<https://kubik.in.ua/catalog/zadachi/physics/>).

STEM-задача. Умова задачі. В історії мореплавства відомі факти, коли під час рейсу судна моряки були вимушені викидати за борт вантаж. Уявіть, що ви є матросами на баржі з вантажем металобрухту, яка увійшла до шлюзу. З якоїсь невідомої причини була віддана команда, і матроси почали скидати металобрухт у воду, поки повністю не спустошили трюми баржі. Що сталося з рівнем води у шлюзі?



Рис.2. Ілюстрація до умови STEM-задачі

Запитання до задачі

1. Висловіть передбачення.
2. Підберіть самостійно обладнання та перевірте передбачення на досліді. Підтверджується чи спростовується ваше передбачення? Подумайте, чому? Обґрунтуйте свою відповідь.
3. Які, на вашу думку, закони фізики «працюють» у даній ситуації?
4. Зробіть схематичний малюнок до задачі (зобразіть два випадки – положення баржі до розвантаження та після). Визначте об'єм зануреної частини баржі до та після розвантаження.
5. Доведіть теоретично правильність експериментально отриманого результату.
6. Дослідіть, від чого залежить рівень води у шлюзі.
7. Побудуйте графіки залежності висоти рівня води у шлюзі від різних чинників (фізичних величин, що входять до кінцевої формули). Поясніть ці залежності.
8. В яких випадках рівень води у шлюзі не зміниться? Назвіть усі можливі варіанти відповіді.

Методичні особливості. Порівняння змісту наведених вище «загадки» та «STEM-задачі» вказує на такі перетворення. Згідно зі сформульованими вимогами зміст «загадки» доповнено цікавим (або корисним) фактом; створена ситуація «присутності»; задача перетворена на експериментальну; запитання до задачі сформульовані таким чином, що кожен курсант має можливість працювати на своєму пізнавальному рівні. Для всіх курсантів пропонують одну умову задачі. За бажанням вони можуть дати відповіді на запитання 1-3 (евристичний рівень); 1-6 (дослідницький рівень) або 1-8 (творчий рівень). Задачу задають додому, оскільки її розв'язання передбачає наявність фізичного експерименту з підручних побутових приладів. Перевірка розв'язання даної STEM-задачі має полягати у доповідях курсантів з демонстрацією досліду, презентацією розв'язку, аналізу побудованих графіків (у залежності від рівня, що був обраний курсантом самостійно). Можливий варіант презентації розв'язку задачі – створення відеокліпа.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході нашого дослідження доведено, що STEM-навчання має здійснюватися на основі контекстного, міждисциплінарного, праксеологічного та особистісно орієнтованого підходів. На основі їх аналізу визначені вимоги до конструювання STEM-задач. Доведено, що STEM-задачі з фізики мають відповідати таким вимогам: умова задачі має відображати реальну життєву або професійну ситуацію та створювати ефект «присутності»; у процесі презентації умови або розв'язання задачі мають бути задіяні реальний або віртуальний фізичний експеримент, комп'ютерні технології, математичне обґрунтування результату; запитання до задачі мають бути сформульовані так, щоб її розв'язування передбачало використання елементів наукового пізнання, дослідження «навпаки»; для системного формування STEM-компетентностей у курсантів, які мають різні рівні пізнавальних здібностей, доцільно створити диференційовані завдання евристичного, дослідницького та творчого рівнів.

Досвід впровадження фізичних STEM-задач у процес навчання курсантів – майбутніх моряків дає підстави стверджувати, що вони є ефективним засобом формування STEM-компетентностей, розвитку пізнавальних здібностей, зацікавленості у вивченні складного STEM-предмета – фізики. Дослідження варто продовжити у напрямку конструювання STEM-задач з інших розділів фізики та виявлення ефективності їх впровадження у процес навчання курсантів.

Список використаних джерел

1. Анофрикова С.В. Не учить самостоятельности, а создавать условия для ее проявления. *Физика в школе*, 1995. Вып. 3. С. 38-46.
2. Балик Н.Р., Шмигер Г.П. Подходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*, 2007. Вып. 2(12). С. 26-30.
3. Балл Г.О. Гуманістичні засади педагогічної діяльності. *Педагогіка і психологія*, 1994. Выпуск 2. С. 3-11.
4. Барильник-Куракова О.А. *Фізика в мореплаванні*: навч.-метод. пос. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2014. 96 с.
5. Вербицкий А.А. *Компетентностный подход и теория контекстного обучения*. Москва: ИЦ ПКПС, 2004. 84 с.
6. Галата С. (2017). Освіта навпаки, або Першопрохідці-STEM. URL: <https://pedpresa.com.ua/177304-osvita-navpaky-abo-pershoprohidtsi-stem.html> (Дата звернення 12.08.2020).
7. Загадки по физике. URL: <https://kubik.in.ua/catalog/zadachi/physics/> (Дата обращения 28.07.2020)
8. Колесникова И.А., Титова Е.В. *Педагогическая праксеология*: уч. пос. Москва: Издат. центр «Академия», 2005. 256 с.
9. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. №960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (Дата звернення 10.08.2020)
10. Коробова І. Рівневий підхід до виконання лабораторних робіт як умова розвитку творчого мислення учнів. *Фізика та астрономія в школі*, 1998. Выпуск 4. С. 45-47.
11. Коровин В.М. Реализация основных положений компетентностного подхода в образовательной деятельности российских вузов. *Вестник Воронеж. гос. ун-та*, 2010. Выпуск 1. С.105-110.
12. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДМНВ-78) с поправками (консолидированный текст). СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. 806 с. URL: <http://www.mstu.edu.ru/education/files/pdnpv.pdf> (Дата обращения 16.08.2020)
13. Мищик С.А. (2015). Системные задачи статической прикладной физики морского флота. URL: <https://infourok.ru/sistemnie-zadachi-po-staticheskoy-prikladnoy-morskoy-fizike-1662697.html> (Дата обращения 12.08.2020).
14. Очков В.Ф. Физико-математическая информатика – новый учебный курс в эпоху IT. *Вестник КГЭУ*, 2017. Вып. 1(33). С. 80-85.
15. Патрикеева О.О., Лозова О.В., Горбенко С.Л. Новітні підходи щодо впровадження STEM-освіти в навчальних закладах України. *Наукові записки Малої академії наук України*: зб. наук. праць. Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2016. Выпуск 8. С. 260–267.
16. Савицька І.М. (2019). Впровадження STEM-освіти на уроках біології. URL: <https://naurok.com.ua/vprovadzheniya-stem-osviti-na-urokah-biologii-149010.html> (Дата звернення 22.08.2020)
17. Швайка Н.П. (2018). Елементи STEM-навчання на уроках біології як важливий чинник соціалізації учнів. URL: <https://vseosvita.ua/library/elementi-stem-navcanna-na-urokah-biologii-ak-vazlivij-cinnik-socializacii-ucniv-132510.html> (Дата звернення 22.08.2020)

References

1. Anofrikova, S.V. (1995). Ne učit' samostoyatel'nosti, a sozdavat' usloviya dlya yeye proyavleniya [Not to teach independence, but to create conditions for its manifestation]. *Fizika v shkole - Physics at school*, 3, 38-46 [in Ukrainian].
2. Balyk, N.R. & Shmyher, H.P. (2007). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoyi STEM-osvity [Approaches and features of modern STEM-education]. *Fizyko-matematychna osvita - Physical and mathematical education*. 2(12), 26-30. [in Ukrainian].
3. Ball, H.O. (1994). Humanistychni zasady pedahohichnoyi diyal'nosti [Humanistic principles of pedagogical activity]. *Pedahohika i psykhohohiya - Pedagogy and Psychology*, 2, 3-11 [in Ukrainian].
4. Baryl'nyk-Kurakova O.A. (2014). Fizyka v moreplavstvi [Physics in navigation]. Kherson: PP Vyshemyr's'kyy V.S. [in Ukrainian].
5. Verbitskiy, A.A. (2004). *Kompetentnostnyy podkhod i teoriya kontekstnogo obucheniya [Competence approach and contextual learning theory]*. Moskva: ITS PKPS [in Russian].
6. Halata, S. (2017). Osvita navpaky, abo Pershoprohidtsi-STEM [Education on the contrary, or Pioneers-STEM]. (n.d.) *pedpresa.com.ua*. Retrieved from <https://pedpresa.com.ua/177304-osvita-navpaky-abo-pershoprohidtsi-stem.html> [in Ukrainian].

7. Zagadki po fizike [Riddles in physics]. (n.d.) *kubik.in.ua* Retrieved from <https://kubik.in.ua/catalog/zadachi/physics/> [in Russian].
8. Kolesnikova, I.A. & Titova, Ye.V. (2005). *Pedagogicheskaya prakseologiya [Pedagogical praxeology]*. Moskva: Izdat. tsentr «Akademiya» [in Russian].
9. Kontseptsiya rozvytku pryrodnycho-matematichnoyi osvity (STEM-osvity) [The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)]. (n.d.) *zakon.rada.gov.ua/laws* Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
10. Korobova, I. (1998). Rivnevyy pidkhyd do vykonannya laboratornykh robot yak umova rozvytku tvorchoho myslennya uchniv [Level approach to laboratory work as a condition for the development of creative thinking of students]. *Fizyka ta astronomiya v shkoli - Physics and astronomy in school*, 4, 45-47 [in Ukrainian].
11. Korovin, V.M. (2010). Realizatsiya osnovnykh polozheniy kompetentnostogo podkhoda v obrazovatel'noy deyatel'nosti rossiyskikh vuzov [Implementation of the main provisions of the competence-based approach in the educational activities of Russian universities]. *Vestnik Voronezh gos. un-ta - Voronezh Bulletin. State Un-ty*, 1, 105-110 [in Russian].
12. Mezhdunarodnaya konventsia o podgotovke i diplomirovanii moryakov i nesenii vakhty 1978 goda (PDMNV-78) s popravkami (konsolidirovannyi tekst) [International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 (STCW 1978), as amended (consolidated text)]: - SPb.: ZAO «TSNIIMF», 2010. 806 p. Retrieved from <http://www.mstu.edu.ru/education/files/pdvn.pdf> [in Russian].
13. Mishchik S.A. (2015). Sistemnyye zadachi staticheskoy prikladnoy fiziki morskogo flota [Systemic tasks of static applied physics of the marine fleet.]. (n.d.) *infourok.ru* Retrieved from <https://infourok.ru/sistemnie-zadachi-po-staticheskoy-prikladnoy-morskoy-fizike-1662697.html> [in Russian].
14. Ochkov, V.F. (2017). Fiziko-matematicheskaya informatika – novyy uchebnyy kurs v epokhu IT [Physics and Mathematics Informatics is a new curriculum in the IT era.]. *Vestnik KGEU - Bulletin of KSPEU*, 1(33), 80-85 [in Russian].
15. Patrykeyeva, O.O., Lozova, O.V. & Horbenko, S.L. (2016). Novitni pidkhody shchodo vprovadzhennya STEM-osvity v navchal'nykh zakladakh Ukrayiny [The latest approaches to the implementation of STEM-education in educational institutions of Ukraine]. *Naukovi zapysky Maloyi akademiyi nauk Ukrayiny - Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*. Kyiv: In-t obdarovanoyi dytyny NAPN Ukrayiny, 8, 260-267 [in Ukrainian].
16. Savyts'ka, I.M. (2019). Vprovadzhennya STEM-osvity na urokakh biolohiyi [Implementation of STEM-education in biology lessons]. (n.d.) *naurok.com.ua* Retrieved from <https://naurok.com.ua/vprovadzhennya-stem-osvity-na-urokah-biologii-149010.html> [in Ukrainian].
17. Shvayka, N.P. (2018). Elementy STEM-navchannya na urokakh biolohiyi yak vazhlyvyi chynnnyk sotsializatsiyi uchniv [Elements of STEM-learning in biology lessons as an important factor in the socialization of students] (n.d.) *vseosvita.ua* Retrieved from <https://vseosvita.ua/library/elementi-stem-navcanna-na-urokah-biologii-ak-vazlivij-cinnik-socializacii-ucniv-132510.html> [in Ukrainian].

METHODICAL FEATURES OF PHYSICS STEM-TASKS DESIGNING IN EDUCATIONAL PROCESS OF FUTURE SEAFARERS

Iryna Korobova, Oksana Barylnyk-Kurakova

Kherson State University, Ukraine

Kherson State Maritime Academy, Ukraine

Abstract. *The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education) defines that STEM-education is a priority area of education reform in Ukraine at all its levels - preschool, general secondary, extracurricular, vocational, and higher education. The urgency of this concept is since the state desperately needs highly qualified engineering specialists, but unfortunately, in recent decades in the educational space, there is a reverse trend - the oversaturation of the labor market with humanitarian specialists to the detriment of engineering professions. The relevance of this article is due to the need to determine approaches to the formation of STEM-competencies of future sailors and the development of methodical support for the organization of STEM-training of general physics.*

Formulation of the problem. *The article aims to determine the requirements for constructing the content of STEM-tasks in physics in the process of training future sailors based on the use of praxeological, contextual, and personality-oriented approaches.*

Materials and methods. *Theoretical and empirical research methods are used in the work, such as analysis of literature sources, synthesis, comparison of conditions of tasks, observation of educational process, systematization, and generalization of research results.*

Results. *The paper presents a specific STEM-task in mechanics and substantiates the mechanism of its construction based on the formulated requirements. The experience of using level STEM-tasks in the process of teaching physics has shown their feasibility and effectiveness for the formation of STEM-competencies of future sailors. Systematic application of STEM-tasks contributed to the development of cognitive and research skills, creative thinking, ability to experiment, analyze the result and draw conclusions, which positively affected the quality of educational achievements of cadets in the educational process in physics.*

Conclusions. *It is proved that STEM-problems in physics must meet the following requirements: the condition of the problem must reflect real life or professional situation and create the effect of "presence"; in the process of presentation of the condition or solution of the problem a real or virtual physical experiment, computer technologies, mathematical substantiation of the result should be involved; questions to the problem should be formulated so that its solution involves the use of elements of scientific knowledge, research "on the contrary"; for the systematic formation of STEM-competencies in cadets who have different levels of cognitive abilities, it is advisable to create differentiated tasks of heuristic, research, and creative levels.*

Keywords: *STEM-education, STEM-competencies, STEM-task, praxeological approach, contextual approach, personality-oriented approach, teaching physics.*