

Волинський національний університет
імені Лесі Українки

ФІЗИКА ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Випуск 4



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Мирончук Галина Леонідівна – доктор фізико-математичних наук, професор, директор навчально-наукового фізико-технологічного інституту Волинського національного університету імені Лесі Українки (головний редактор);

Галян Володимир Володимирович – доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Головацький Володимир Анатолійович – доктор фізико-математичних наук професор, професор кафедри теоретичної фізики та комп'ютерного моделювання Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича;

Голодюк Лариса Степанівна – доктор педагогічних наук, доцент, заступник директора з науково-методичної діяльності КЗ «Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені Василя Сухомлинського»;

Заболотний Володимир Федорович – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Кажукаускас Вайдотас – доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник групи дослідження фотоелектричних явищ Інституту фотоніки та нанотехнологій Вільнюського університету, м. Вільнюс, Литовська Республіка;

Кевшин Андрій Григорович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, заступник директора з наукової роботи навчально-наукового фізико-технологічного інституту Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Озга Катаржина – доктор наук, професор Ченстоховського політехнічного університету, м. Ченстохова, Республіка Польща;

Пясецький Міхал Войцех – доктор наук, професор Гуманітарно-природничого університету імені Яна Длугоша в Ченстохові, м. Ченстохова, Республіка Польща;

Рудиш Мирон Ярославович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, старший науковий співробітник кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка;

Савош Валентин Олексійович – кандидат педагогічних наук, завідувач відділу фізико-математичних дисциплін Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти;

Сахнюк Василь Євгенович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Сільвейстр Анатолій Миколайович – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Сосницька Наталія Леонідівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики і фізики Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного;

Трифорова Олена Михайлівна – доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

Хижун Олег Юліанович – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу спектроскопії поверхні новітніх матеріалів Інституту проблем матеріалознавства імені І.М. Францевича Національної академії наук України;

Шигорін Павло Павлович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Юхимчук Володимир Олександрович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу оптики і спектроскопії напівпровідникових і діелектричних матеріалів Інституту фізики напівпровідників імені В.С. Лашкарьова;

Яцюк Світлана Миколаївна – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій і математики Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Журнал ухвалено до друку Вченою радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
30 листопада 2023 р., протокол № 13

Науковий журнал «Фізика та освітні технології»
zareєстровано Міністерством юстиції України
(Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 24970–14910Р від 30.08.2021 року)

«Фізика та освітні технології» включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі освіта/ педагогіка (спеціальності 014 – Середня освіта (за предметними спеціальностями); 104 – Фізика та астрономія; 105 – Прикладна фізика та наноматеріали) відповідно до Наказу МОН України № 1290 від 30 листопада 2021 року (додаток 3); Наказу МОН України № 530 від 06 червня 2022 року (додаток 2).

Офіційний сайт видання: www.journals.vnu.volyn.ua/index.php/physics

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

ISSN 2786-5444 (print)
ISSN 2786-5452 (online)

© Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2023

УДК 53(07):004

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-1>

Вадим МУЛЯР

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4774-3947>

SCOPUS-AUTHOR ID: 58489973500

Світлана ЯЦЮК

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загальної математики та методики навчання інформатики, декан факультету інформаційних технологій і математики, Волинський національний університет імені Лесі, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8369-6060>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57221874892

Валентина ЮНЧИК

старший викладач кафедри загальної математики та методики навчання інформатики, заступник декана з навчально-методичної роботи факультету інформаційних технологій і математики, Волинський національний університет імені Лесі, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3500-1508>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57218347265

Бібліографічний опис статті: Муляр, В., Яцюк, С., Юнчик, В. (2023). Методичні аспекти вивчення об'єктноорієнтованого програмування у закладах вищої освіти. *Фізика та освітні технології*, 4, 3–11, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-1>

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТНООРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті розкрито методичні аспекти формування професійних компетентностей майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій на основі об'єктноорієнтованого програмування. Акцентовано на тому, що ООП повністю відповідає звичному мисленню людини. На відміну від процедурно орієнтованого програмування ООП полегшує розробку та використання програм у випадку зростання коду зі збільшенням розміру проєкту, забезпечує приховування даних, дає змогу значно ефективніше імітувати події реального світу. Проаналізовано сучасний стан розробленості проблеми навчання об'єктноорієнтованого програмування у вищій школі. Встановлено, що у процесі вивчення ООП у здобувачів вищої освіти виникають труднощі, що пов'язані зі складністю об'єктноорієнтованої парадигми, їх здатності до розв'язання прикладних задач із застосуванням класів різних об'єктів та їх взаємодії. Запропоновано методичку навчання ООП у закладах вищої освіти, в основу якої покладено розуміння здобувачами освіти фундаментальних понять і положень ООП, зв'язків між класами та об'єктами, формування у них об'єктноорієнтованого стилю програмування. Вивчення ООП розпочинають з розгляду сутності понять класу та об'єкту, розкриття відмінностей між ними. Зауважують, що клас може містити поля, методи, конструктори, блоки, вкладений клас та інтерфейс. Під час розгляду понять поля та методу підкреслюють, що метод використовують для повторного використання коду та його оптимізації. Розглядаючи види методів, особливу увагу приділяють користувацьким методам, їх опису та використанню. Підкреслюють, що статичний метод можна викликати без створення об'єкта, а абстрактний метод не має реалізації. Розглядаючи поняття конструктора, наголошують, що його призначення полягає в ініціалізації об'єкта. Після цього розкривають відмінності між конструктором та методом. Під час вивчення принципів ООП, наголошують на тому, що інкапсуляція дає змогу приховати дані та керувати доступом до них. Успадкування передбачає створення нових класів, які побудовані на наявних класах. Завдяки поліморфізму можна виконувати одну і ту ж дію різними способами. Абстракція дає змогу приховати деталі реалізації та показати суттєві властивості досліджуваного об'єкта чи явища. Наголошено, що ефективність навчання ООП значною мірою залежить від активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, їх умінь самостійно створювати проєкти із застосуванням об'єктноорієнтованого підходу.

Ключові слова: парадигма, методологія, об'єктноорієнтоване програмування, компетентність, Java, клас, об'єкт, успадкування, інкапсуляція, поліморфізм.

Vadim MULLAR

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies of the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4774-3947>

SCOPUS-AUTHOR ID: 58489973500

Svitlana YATSIUK

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of General Mathematics and Methods of Teaching Computer Science, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8369-6060>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57221874892

Valentina YUNCHIK

Senior Lecturer at the Department of General Mathematics and Methods of Teaching Computer Science, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3500-1508>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57218347265

To cite this article: Muliar, V., Yatsyuk, S., Yunchyk, V. (2023). Metodychni aspekty vyvchennia ob'ektnoorientovanoho prohramuvannia u zakladakh vyshchoi osvity [Methodological aspects of learning object-oriented programming in higher education institutions]. *Physics and Educational Technology*, 4, 3–11, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-1>

METHODOLOGICAL ASPECTS OF LEARNING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

The article reveals the methodological aspects of forming professional competences of future specialists in the field of information technology on the basis of object-oriented programming. It is emphasized that OOP fully corresponds to the usual human thinking. Unlike procedural-oriented programming, OOP facilitates the development and use of programs in the case of code growth with increasing project size, provides data hiding, and allows for much more effective simulation of real-world events. The current state of development of the problem of teaching object-oriented programming in higher education is analyzed. It is established that in the process of studying OOP, higher education students face difficulties associated with the complexity of the object-oriented paradigm, their ability to solve applied problems using classes of different objects and their interaction. A methodology for teaching OOP in higher education institutions is proposed, which is based on students' understanding of the fundamental concepts and provisions of OOP, the relationship between classes and objects, and the formation of an object-oriented programming style. The study of OOP begins with a consideration of the essence of the concepts of class and object, revealing the differences between them. It is noted that a class can contain fields, methods, constructors, blocks, a nested class, and an interface. When considering the concepts of field and method, it is emphasized that the method is used to reuse the code and optimize it. Considering the types of methods, special attention is paid to user methods, their description and use. It is emphasized that a static method can be called without creating an object, and an abstract method has no implementation. Considering the concept of a constructor, it is emphasized that its purpose is to initialize an object. After that, the differences between a constructor and a method are revealed. When studying the principles of OOP, it is emphasized that encapsulation allows you to hide data and control access to it. Inheritance involves creating new classes that are built on existing classes. Polymorphism allows you to perform the same action in different ways. Abstraction allows you to hide implementation details and show the essential properties of the object or phenomenon under study. It is emphasized that the effectiveness of teaching OOP largely depends on the intensification of students' learning and cognitive activities, their ability to create projects using an object-oriented approach.

Key words: *paradigm, methodology, object-oriented programming, competence, Java, class, object, inheritance, encapsulation, polymorphism.*

Актуальність проблеми. Парадигма об'єктноорієнтованого програмування (ООП) досить проста і розв'язує головну проблему – що робити

зі складною предметною областю і складним кодом. Крім того, така парадигма ще й універсальна. Саме тому вона так добре прижилася.

ООП розглядає всю систему у вигляді об'єктів, які якимось чином один з одним взаємодіють. Оскільки людському мозку легше мислити об'єктами, ми автоматично розуміємо, що й у якого об'єкта має бути. Людині легко зрозуміти, де розташувати ті чи інші методи в коді. Завдяки цьому ООП забезпечує дуже легку і прозору структуру розташування коду. На сьогодні тільки об'єктноорієнтована парадигма є абсолютно універсальною. Переважна кількість завдань на ній вирішується максимально ефективно.

Об'єктноорієнтований підхід є найбільш зажаданий при розробці програмного забезпечення. Однак через дуже швидкий розвиток технологій та апаратно-програмних комплексів для формування у здобувачів освіти відповідних професійних компетенцій у цій сфері потрібно систематично переглядати та оновлювати підходи навчання об'єктноорієнтованого програмування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемі навчання об'єктноорієнтованого програмування й об'єктноорієнтованого підходу до розробки програмних продуктів присвячено дослідження вітчизняних науковців. С. Конюхов проаналізував сучасний стан розробленості проблеми професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктноорієнтованого програмування. Уточнив такі поняття, як «методологія ООП», «парадигма ООП», «технології ООП», «компетентність майбутнього інженера-програміста з ООП» (Конюхов, 2018). Науковець сформулював організаційно-методичні умови формування у випускників закладів вищої освіти компетентності з об'єктноорієнтованого програмування (Конюхов, 2019). Л. Зубик показала, що «Об'єктноорієнтоване програмування» є одним з тих фундаментальних курсів, вивчення яких повинно передувати опануванню фахових дисциплін (зокрема, «Web-технології та вебдизайн», «Організація баз даних і знань», «Технології комп'ютерного проектування») і мати з їх змістом прямий теоретичний зв'язок (Зубик, 2016, с. 148–149). О. Теплицький дослідив дидактичні умови застосування об'єктноорієнтованого моделювання в підготовці майбутніх учителів інформатики (Теплицький, 2008; Теплицький, 2011). С. Лещук описала окремі кроки підготовки

майбутніх фахівців, яких потребує ІТ-сфера. Науковець показала, що виконання студентами програмного проекту сприяє розумінню принципів об'єктноорієнтованого програмування (Лещук, 2017, с. 84–85). О. Азаров, О. Черняк, Л. Савицька обґрунтували необхідність використання критичного підходу до викладання поняття поліморфізму в об'єктноорієнтованому програмуванні (Азаров, 2017). Аналіз доробок вітчизняних науковців дає підставу стверджувати, що об'єктноорієнтоване програмування є важливим елементом у формуванні професійної компетентності майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій.

Метою статті є розкриття методики навчання об'єктноорієнтованого програмування майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Важливою складовою професійної компетентності майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій є компетентність з ООП, тобто «здатність розуміти фундаментальні основи об'єктноорієнтованого програмування, використовувати знання з царини методології та технології ООП й уміти виконувати декомпозицію та композицію предметної області, яка підлягає моделюванню, визначати властивості об'єктів і взаємодію між ними, розробляти алгоритми оброблення об'єктів, реалізовувати їх засобами об'єктноорієнтованих мов програмування для виконання професійних завдань і створення ефективних, надійних, якісних програм» (Конюхов, 2018, с. 169).

Як відомо, об'єктноорієнтований підхід до програмування ґрунтується на маніпулюванні об'єктами. Це означає, що розвиток логіки програми досягається шляхом визначення класів різних об'єктів та використання взаємодії об'єктів.

Аналіз наукових досліджень показує, що студенти, які до цього вивчали програмування хоча б на базовому рівні, гірше засвоюють ООП через зовсім інший процес мислення, ніж ті, які спочатку зрозуміли основи ООП, а потім вже почали розвивати знання з програмування. Це явище назвали «зміною парадигми». Виходячи з цього, робиться висновок про те, що вивчення ООП повинно передувати вивченню основ програмування. На думку авторів дослідження, це дасть змогу «легко зосередитися на поняттях

зв'язків класів і об'єктів замість того, щоб зосереджуватися на фактах структурного програмування» (Pasa Uysal, 2012).

Проте, результати деяких експериментальних досліджень показують протилежне – послідовність вивчення не має ніякого значення (Ehlert A., Schulte C., 2009).

Практика показує, що ефективність навчання ООП залежить також від вибору мови програмування, яка повинна володіти такими характеристиками, як кросплатформність, наявність різноманітних вільно поширюваних і комерційних середовищ розроблення, можливість використання для розв'язання широкого кола задач (Лещук, 2017, с. 48).

Виходячи з актуальності розв'язання наведених вище проблем, розглянемо методичні аспекти формування компетентності з ООП із використанням Java, яка є повністю об'єктно-орієнтованою мовою програмування.

Вивчення ООП варто розпочати з огляду основних його понять та принципів. Зокрема, необхідно підкреслити, що ООП – це методологія або парадигма для розробки програм із використанням класів та об'єктів. Вона спрощує розробку та використання програмного забезпечення завдяки таким принципам, як-от: успадкування, поліморфізм, абстрагування, інкапсуляція тощо. Після розгляду основних принципів ООП, варто зауважити, що на відміну від процедурно орієнтованого програмування ООП полегшує розробку та використання програм у випадку зростання коду зі збільшенням розміру проєкту. Воно забезпечує приховування даних, тоді як у процедурно орієнтованій мові програмування до глобальних даних можна отримати доступ із будь-якого місця програми. ООП дає змогу значно ефективніше імітувати події в реальному світі. Після цього необхідно розглянути основні правила іменування Java, які полегшують читання коду програми. Підкреслити, якщо не дотримуватись цих правил, то це може призвести до плутанини або помилкового коду.

Під час вивчення теми «Об'єкти та класи» наголошують, що об'єкт у Java є фізичною, а також логічною сутністю, тоді як клас у Java є лише логічною сутністю. Сутність, яка має стан та поведінку, – це об'єкт, наприклад, маркер, стіл, автомобіль тощо. Вона може бути фізичною чи логічною (матеріальною та

нематеріальною). Прикладом нематеріального об'єкта є банківська система. Об'єкт має такі характеристики, як-от: стан, що представляє дані (значення) об'єкта; поведінка, що представляє поведінку (функціональність) такого об'єкта; ідентичність, яка зазвичай реалізується за допомогою унікального ідентифікатора.

Зауважують, що класом є група об'єктів, які мають спільні властивості. Це шаблон або план, за яким створюються об'єкти. Це логічна сутність. Клас не може бути фізичним. Клас у Java може містити поля, методи, конструктори, блоки, вкладений клас та інтерфейс.

Далі вказують на те, що змінна, яка створюється всередині класу, але поза методом, називається полем. Під поле не виділяється пам'ять під час компіляції. Для нього виділяється пам'ять під час виконання, коли створюється об'єкт або екземпляр класу. Тому поле називають змінною екземпляра. Звертають увагу, що у Java метод подібний до функції, яка використовується для опису поведінки об'єкта. Застосування методу у програмі веде до повторного використання коду та його оптимізації.

Після детального розгляду різних способів створення та ініціалізації об'єкта, вводять поняття анонімного об'єкта та переходять до його використання в Java.

У наступній темі «Метод у Java» розкривають сутність поняття методу, розглядають типи методів, їх оголошення та виклику. Зауважують, що під методом розуміють блок коду або набору інструкцій, які згруповані для виконання певного завдання або операції. Його використовують для досягнення повторного використання коду. Метод також забезпечує легку зміну та читаність коду, просто додаючи або видаляючи частину коду. Він виконується лише тоді, коли ми його викликаємо. Декларація методу містить інформацію про атрибути методу, такі як видимість, тип повернення, ім'я та аргументи. При цьому варто докладно розглянути, яких типів можуть бути специфікатори доступу, які межі їх застосування. Звертають увагу, що у Java є два типи методів, а саме: стандартні та користувацькі. Розглядають призначення вбудованих методів та приклади їх використання. Особливу увагу приділяють вивченню користувацьких методів. Підкреслюють, що перш ніж викликати метод екземпляра, необхідно створити об'єкт його класу. Звертають увагу, що

існують два типи методів екземпляра: метод доступу та метод модифікатора.

Розглядаючи призначення та використання статичних методів, підкреслюють, що основною перевагою статичного методу є те, що ми можемо викликати його без створення об'єкта. За допомогою цього методу можна отримати доступ до статичних полів даних, а також змінити їх значення. Він використовується для створення методу екземпляра. Метод викликається за допомогою назви класу. Підкреслюють, що найкращим прикладом статичного методу є метод `main()`.

Розкриваючи сутність абстрактного методу, зауважують, що метод, який не має тіла методу, називається абстрактним методом. Іншими словами, метод без реалізації є абстрактним методом. Він завжди оголошується в абстрактному класі. Це означає, що сам клас повинен бути абстрактним, якщо він має абстрактний метод. Для створення абстрактного методу ми використовуємо ключове слово `abstract`.

Вивчення теми «Конструктори» розпочинають з означення конструктора як блоку коду, що подібний до методу. Він викликається, коли створюється екземпляр класу. Під час виклику конструктора для об'єкта виділяється пам'ять. Зауважують, що це особливий тип методу, який використовується для ініціалізації об'єкта. Щоразу, коли об'єкт створюється за допомогою ключового слова `new()`, викликається принаймні один конструктор. Якщо в класі немає конструктора, то викликається конструктор за замовчуванням. У такому випадку компілятор Java надає конструктор за замовчуванням. Звертають увагу, що під час оголошення конструктора, потрібно дотримуватись певних правил.

Підкреслюють, що в Java є два типи конструкторів: конструктор без аргументів та конструктор з параметрами. Детально розглядають їх призначення та приклади використання. Зауважують, що конструктор у Java також можна перевантажити. Наводять приклади. Також розглядають способи копіювання значень одного об'єкта в інший.

На завершення вивчення теми розкривають відмінності між конструктором та методом у Java. Підкреслюють, що конструктор використовується для ініціалізації стану об'єкта, він не повинен мати тип повернення. Конструктор викликається неявно. Компілятор Java надає

конструктор за замовчуванням, якщо у немає жодного конструктора в класі. Ім'я конструктора має бути таким же, як і ім'я класу. Метод використовується для виявлення поведінки об'єкта. Він повинен мати тип повернення. Метод викликається явно. Він у жодному разі не надається компілятором. Назва методу може збігатися, а може і не збігатися з назвою класу.

На початку вивчення теми «Ключове слово `static` у Java» зазначають, що це ключове слово в Java використовується головним чином для управління пам'яттю. Підкреслюють, що ключове слово `static` належить до класу, а не до екземпляра класу. Зауважують, що статичним може бути поле (змінна класу), метод, блок, вкладений клас. Далі переходять до детального розгляду застосування ключового слова `static` з полями, методами, блоками та вкладеними класами. Наводять приклади його використання.

Звертають увагу, що статична змінна може бути використана для посилання на загальну властивість усіх об'єктів (яка не є унікальною для кожного об'єкта), наприклад, на назву компанії співробітників, назву студентів коледжу тощо. Статична змінна отримує пам'ять лише один раз у зоні класу під час завантаження класу. Підкреслюють, що статичний метод належить класу, а не об'єкту класу. Його можна викликати без необхідності створення екземпляра класу. Статичний метод може отримати доступ до статичного поля і може змінити його значення. Зауважують, що статичний блок у Java використовується для ініціалізації статичного поля. Він виконується перед основним методом під час завантаження класу.

У темі «Ключове слово `this` у Java» докладно розглядають випадки використання у цього ключового слова в Java. Зокрема, це ключове слово можна використовувати для посилання на змінну екземпляра поточного класу. Якщо між змінними екземпляра та параметрами існує неоднозначність, ключове слово `this` розв'язує проблему двозначності. Також можна викликати метод поточного класу, використовуючи ключове слово `this`. Якщо ми не використовуємо це ключове слово, компілятор автоматично додає це ключове слово під час виклику методу. Окрім того, виклик конструктора `this()` можна використовувати для виклику конструктора поточного класу. Він використовується

для повторного використання конструктора. Підкреслюють, що ключове слово `this` також можна передати як аргумент у методі. В основному він використовується при обробці подій. Ми також можемо передати це ключове слово в конструктор. Це корисно, якщо нам доводиться використовувати один об'єкт у кількох класах. Ми можемо повернути ключове слово `this` як оператор методу. У такому випадку тип методу повернення повинен бути типом класу (не примітивним).

У темі «Інкапсуляція в Java», яка посідає важливе місце у вивченні ООП, підкреслюють, що під інкапсуляцією розуміють процес обгортання коду та даних в єдиний блок. Ми можемо створити повністю інкапсульований клас на Java, зробивши всі поля класу приватними. Потім використовувати методи `setter` і `getter` для встановлення та отримання даних. Це веде до контролю над даними. Інкапсуляція є способом приховати дані в Java, оскільки інші класи не зможуть отримати доступ до даних через приватні поля даних. Також інкапсульований клас легко перевірити. А це зручно у випадку модульного тестування. Окрім того, стандартні IDE дають змогу генерувати гетери та сетери. Це дозволяє легко і швидко створити інкапсульований клас. Переваги інкапсуляції в Java розглядають на конкретних прикладах.

Під час вивчення теми «Пакет у Java» зазначають, що під цим поняттям розуміють групу класів, інтерфейсів і підпакетів. Пакет можна розділити на два види: вбудований пакет і пакет, визначений користувачем. Існує багато вбудованих пакетів, таких як `java`, `lang`, `javafx`, `net`, `io`, `util`, `sql` тощо. Необхідно підкреслити, що пакет використовується у Java для групування класів та інтерфейсів, щоб їх можна було легко підтримувати. Він забезпечує захист доступу, усуває зіткнення імен. Далі розглядають приклади пакетів, як зібрати пакет та запустити програму з використанням пакетів та підпакетів. Також розкривають способи завантаження файлів класу або файлів `jar`.

У темі «Успадкування в Java» зазначають, що успадкування є тим механізмом, за якого один об'єкт набуває всіх властивостей та поведінки батьківського об'єкта. Підкреслюють, що успадкування є важливою частиною ООП. Ідея наслідування в Java полягає в тому, що ви можете створювати нові класи, побудовані на

наявних класах. При успадкуванні від наявного класу можна повторно використовувати методи та поля батьківського класу. Крім того, можна додати нові методи та поля у поточний клас.

Далі зосереджують увагу на розкритті термінів, які використовуються в успадкуванні, таких як: клас; підклас/дочірній клас; суперклас/батьківський клас; повторне використання. Розглядають синтаксис та приклади успадкування в Java. Після цього зауважують, що у Java може бути три види успадкування: одно-, багаторівневе та ієрархічне. Пояснюють, що у випадку, коли клас успадковує інший клас, це називається однорівневим успадкуванням. Якщо існує ланцюг успадкування, це називається багаторівневим успадкуванням. А якщо два або більше класів успадковують один клас, це називається ієрархічним успадкуванням. Наводять приклади різних видів успадкування.

У наступній темі «Відносини між класами в Java» розглядають питання, як у програмі класи можуть бути пов'язані між собою. Зазначають, що IS-A відносини ґрунтуються на успадкуванні класів або реалізації інтерфейсів. Наприклад, якщо клас `Lorry` розширює клас `Car`. У цьому випадку `Lorry` IS-A `Car`. Те саме стосується і реалізації інтерфейсів. Якщо клас `Transport` реалізує інтерфейс `Moveable`, то вони знаходяться у відношенні `Transport` IS-A `Moveable`. HAS-A відносини ґрунтуються на використанні. Зауважують, що виділяють три варіанти відношення HAS-A: асоціація, агрегація та композиція. У цих відносинах асоціації об'єкти двох класів можуть посилатися один на одного. Наприклад, клас `Horse` HAS-A `Halter`, якщо код класу `Horse` містить посилання на екземпляр класу `Halter`. Звертають увагу, що агрегація та композиція є окремими випадками асоціації. Агрегація – відносини, коли один об'єкт є частиною іншого. А композиція – ще тісніший зв'язок, коли об'єкт не тільки є частиною іншого об'єкта, а й взагалі не може належати іншому об'єкту. Пояснюють, що різниця буде зрозуміла при розгляді цих відносин. І зупиняються на конкретних прикладах відношень між класами.

Вивчення теми «Перевантаження методу в Java» розпочинають з того, що пояснюють, що якщо клас має кілька методів з однаковими іменами, але різними за параметрами, то це називають перевантаження методів. Далі на

конкретних прикладах розглядають різні способи перевантаження методів у Java.

У наступній темі «Перевизначення методу в Java» розглядають випадки, коли підклас (дочірній клас) має той самий метод, що й оголошений у батьківському класі. Підкреслюють, що перевизначення методу використовується для забезпечення конкретної реалізації методу, який уже передбачений його надкласом. Іншими словами, метод перевизначення використовується для поліморфізму під час виконання. Зауважують, що при перевизначенні методів у Java потрібно дотримуватись наступних правил. Зокрема, метод повинен мати таку ж назву, що і в батьківському класі. Він повинен мати той самий параметр, що і в батьківському класі. Мають існувати відносини IS-A (успадкування). На завершення переходять до прикладів перевизначення методу. Зокрема, пропонують розглянути ситуацію, коли банк є класом, який забезпечує функціональність для отримання процентної ставки. Однак процентна ставка залежить від банків. Наприклад, банки RB, IKIC та OXIS можуть надавати процентну ставку 9, 10 та 11%.

При вивченні поліморфізму наголошують, що це поняття, за допомогою якого можна виконувати одну і ту ж дію різними способами. Пояснюють, що в Java існує два типи поліморфізму: поліморфізм під час компіляції та поліморфізм під час виконання. Далі переходять до прикладів поліморфізму. Зокрема, можна розглянути завдання зі створення двох класів *Vike* та *Splendor*. Клас *Splendor* розширює клас *Vike* і замінює його метод `run()`. Ми викликаємо метод `run` за допомогою посилальної змінної класу *Parent*. Оскільки він посилається на об'єкт підкласу, а метод підкласу замінює метод класу *Parent*, метод підкласу викликається під час виконання.

Уводячи поняття абстрактного класу звертають увагу, що такі класи оголошуються за допомогою ключового слова `abstract`. Вони можуть містити абстрактні та неабстрактні методи (метод з тілом). Зауважують, що перед вивченням абстрактних класів варто ознайомитись з абстракцією. Пояснюють, що це процес приховування деталей реалізації та показ лише функціональності для користувача. Цей спосіб показує користувачеві лише важливі речі та приховує внутрішні деталі. Існує два

способи досягнення абстракції в Java: нотація (від 0 до 100%); інтерфейс (100%). Далі підкреслюють, що абстрактний клас – це клас, який містить методи, що не мають реалізації. Він створюється з метою створення спільного інтерфейсу між різними реалізаціями класів, які будуть породжені від абстрактного класу. Абстрактний клас створюється для визначення деяких спільних рис класів, які будуть визначати конкретну реалізацію в породжених від нього класах.

Окрім того, повідомляють, що абстрактний клас має ряд особливостей: 1) він повинен бути оголошений за допомогою ключового слова `abstract`; 2) цей клас може містити абстрактні та неабстрактні методи; 3) заборонено (немає сенсу) створювати об'єкт абстрактного класу; 4) цей клас може містити як конструктори, так і статичні методи; 5) він може містити фінальні (`final`) методи, які змусять підклас не змінювати тіло методу.

Далі переходять до розгляду абстрактних методів, під якими розуміють такі методи, реалізація яких в програмі не має ніякого змісту. Підкреслюють, що абстрактний метод – це тільки оголошення форми (інтерфейсу), а не реалізація. Якщо у класі оголошено абстрактний метод, то клас також вважається абстрактним. Після цього на конкретних прикладах показують, що абстрактний клас може містити конструктор, поля та методи.

При вивченні інтерфейсу в Java звертають увагу на тому, що це проєкт класу. Повідомляють, що інтерфейс оголошується за допомогою ключового слова `interface`. Він забезпечує повну абстракцію. Це означає те, що всі методи в інтерфейсі оголошені з порожнім тілом, і всі поля є загальнодоступними, статичними та фінальними за замовчуванням. Клас, який реалізує інтерфейс, повинен реалізувати всі методи, оголошені в інтерфейсі. Далі наводять приклади інтерфейсів, розкривають зв'язок між класами та інтерфейсами. Після цього повідомляють, що за допомогою інтерфейсу можна підтримувати функціональність множинного успадкування. Розглядають приклади, в яких клас реалізує декілька інтерфейсів або інтерфейс розширює декілька інтерфейсів. На завершення з'ясовують відмінності між абстрактним класом та інтерфейсом, які демонструють на конкретних прикладах.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Компетентність з ООП є важливою складовою професійної компетентності фахівців у галузі інформаційних технологій. На ефективність її формування впливають такі чинники, як складність об'єктноорієнтованої парадигми, послідовність вивчення ООП та основ програмування, вибір мови програмування та програмного забезпечення для навчання ООП. Запропоновано методiku навчання ООП у закладах вищої освіти, в основу якої покладено формування у здобувачів освіти розуміння

фундаментальних положень об'єктноорієнтованої парадигми, здатності до їх застосування при розв'язуванні прикладних задач. У процесі навчання ООП потрібно приділяти особливу увагу активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, їх самостійній роботі щодо проектування класів, створення об'єктів, використання методів, забезпечення контролю доступу тощо. Перспектива подальших досліджень полягає у дослідженні застосування об'єктноорієнтованого підходу до розв'язання прикладних задач у різних предметних галузях.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Азаров О.Д., Черняк О.І., Савицька Л.А. Аспекти критичного підходу до викладання поняття поліморфізму в об'єктноорієнтованому програмуванні. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2017. Т. 39. № 2. С. 31–34.
2. Зубик Л.В. Формування професійних компетентностей майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій у процесі вивчення фахових дисциплін: дис... канд. пед. наук : 13.00.04 / Національний університет водного господарства та природокористування. Рівне, 2016. 341 с.
3. Конюхов С.Л. Організаційно-методичні умови формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктноорієнтованого програмування. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 4 (22). С. 68–74.
4. Конюхов С.Л. Професійна підготовка майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктноорієнтованого програмування як проблема сучасної педагогічної науки. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*. 2018. № 1 (20). С. 166–172.
5. Лещук С.О. Окремі методичні аспекти підготовки ІТ-фахівців. *Інформаційні технології в освіті*. 2017. № 1(30). С. 81–96.
6. Теплицький О.І. Засоби навчання об'єктноорієнтованого моделювання студентів природничих спеціальностей педагогічних університетів. *Збірник наук. праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський нац. ун-т імені Івана Огієнка, 2011. Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. С. 246–248.
7. Теплицький О.І. Об'єктноорієнтоване моделювання в системі фундаменталізації підготовки майбутнього вчителя інформатики. *Збірник наукових праць. Педагогічні науки*. Вип. 50. Херсон : Видавництво ХДУ, 2008. Ч. 2. С. 285–288.
8. Ehlert A., Schulte C. (2009). Empirical comparison of objects-first and objects-later. *Proceedings of the fifth international workshop on Computing education research workshop*. 15–26. <https://doi.org/10.1145/1584322.1584326>
9. Pasa Uysal M. (2012) The Effects of Objects-First and Objects-Late Methods on Achievements of OOP Learners. *Journal of Software Engineering and Applications*. 5. 10. 816–822. <http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2012.510094>

REFERENCES:

1. Azarov, O.D., Cherniak, O.I., Savytska, L.A. (2017). Aspekty krytychnoho pidkhdodu do vykladannia poniattia polimorfizmu v obiektnoorientovanomu proqramuvanni [Aspects of a critical approach to teaching the concept of polymorphism in object-oriented programming]. *Informatsiini tekhnolohii ta kompiuterna inzheneriia*. 2. 31–34 [in Ukrainian].
2. Zubyk, L.V. (2016). Formuvannia profesiinykh kompetentnostei maibutnikh bakalavriv z informatsiinykh tekhnolohii u protsesi vyvchennia fakhovykh dystsyplin [Formation of professional competencies of future bachelors in information technology in the process of studying professional disciplines]: dys... kand. ped. nauk: 13.00.04 / Natsionalnyi universytet vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Rivne. 341 s. [in Ukrainian].
3. Koniukhov, S.L. (2019). Orhanizatsiino-metodychni umovy formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv-prohramistiv u protsesi vyvchennia obiektnoorientovanoho proqramuvannia [Organizational and Methodological Conditions for the Formation of Professional Competence of Future Software Engineers in the Process of Learning Object-Oriented Programming]. *Fizyko-matematychna osvita*. 4 (22). 68–74 [in Ukrainian].
4. Koniukhov, S.L. (2018). Profesiina pidhotovka maibutnikh inzheneriv-prohramistiv u protsesi vyvchennia

obiektnoorientovanoho prohramuvannia yak problema suchasnoi pedahohichnoi nauky [Professional training of future software engineers in the process of studying object-oriented programming as a problem of modern pedagogical science]. *Naukovyi visnyk Melitopolskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Pedahohika*. 1 (20). 166–172 [in Ukrainian].

5. Leshchuk, S.O. (2017). Okremi metodychni aspekty pidhotovky IT-fakhivtsiv [Some methodological aspects of training IT specialists]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*. 1(30). 81–96 [in Ukrainian].

6. Teplytskyi, O.I. (2011). Zasoby navchannia obiektnoorientovanoho modeliuвання studentiv pryrodnychkykh spetsialnostei pedahohichnykh universytetiv [Tools for teaching object-oriented modeling to students of natural sciences at pedagogical universities]. *Zbirnyk nauk. prats Kamianets-Podilskoho nats. un-tu. Serii pedahohichna*. Kamianets-Podilskiy : Kamianets-Podilskiy nats. un-t imeni Ivana Ohienka, 17. 246–248 [in Ukrainian].

7. Teplytskyi, O.I. (2008). Obiektnoorientovane modeliuвання v systemi fundamentalizatsii pidhotovky maibutnoho vchytelia informatyky [Object-oriented modeling in the system of fundamentalization of future computer science teacher training]. *Zbirnyk naukovykh prats. Pedahohichni nauky*. 50. 285–288 [in Ukrainian].

8. Ehlert A., Schulte C. (2009). Empirical comparison of objects-first and objects-later. *Proceedings of the fifth international workshop on Computing education research workshop*. 15–26. <https://doi.org/10.1145/1584322.1584326>

9. Pasa Uysal M. (2012). The Effects of Objects-First and Objects-Late Methods on Achievements of OOP Learners. *Journal of Software Engineering and Applications*. 5. 10. 816–822. <http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2012.510094>

УДК 53-027.22

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-2>

Сергій ПАНКЕВИЧ

вчитель фізики, комунальний заклад загальної середньої освіти "Луцький ліцей № 23 Луцької міської ради", вул. Софії Ковалевської, 56, м. Луцьк, Україна, 43024

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5715-2107>

Бібліографічний опис статті: Панкевич, С. (2023) Методичні рекомендації щодо проведення лабораторної роботи з динаміки засобами хмаро орієнтованих технологій. *Фізика та освітні технології*, 4, 12–20, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-2>

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ДИНАМІКИ ЗАСОБАМИ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В статті пропонується ознайомитися з можливістю проведення дистанційної демонстраційної та лабораторної роботи з фізики на прикладі роботи з дослідження руху зв'язаних тіл. Ця концепція може бути реалізована з допомогою доступних інтернет-ресурсів з можливостями подальшої обробки отриманих результатів. Цей проєкт може бути успішно використаний педагогами будь-яких навчальних закладів і рівнів освіти для проведення лабораторних робіт здобувачами освіти школи, коледжу або іншого навчального закладу. Лабораторна робота, яка є однією з форм навчання і яка є однією з точних і надійних методів оцінювання практичних знань, умінь та навиків, може бути використана в умовах дистанційного навчання або карантину, як наприклад при карантині, який введено 2020 року для запобігання поширенню COVID-19. Наведено приклад виконання експерименту з використанням інтернет-симуляції. Розроблено до 20 варіантів значень для виконання лабораторної роботи з перевіреними даними, які можуть успішно замінити аналогічну або подібну лабораторну роботу в будь-якому закладі освіти, від школи і до вищого навчального закладу. Варіанти не повторюються і виключають можливість списування при проведенні експерименту і оформленні роботи. Наочність і зрозумілість інтернет-симуляції значно розширює розуміння експерименту і значення самої роботи в контексті вивчення руху зв'язаних тіл. Можливість коригувати дані в ході експерименту дозволяють здобувачу освіти робити висновки, які стосуються розуміння та застосування сил тертя в житті. Робота успішно апробована в Луцькому ліцеї № 23 і отримала схвальні відгуки здобувачів освіти. Результати проведеного педагогічного експерименту переконливо доводять, що використання хмарних технологій є потужним інструментом та ефективним засобом навчання учнів та студентів.

Ключові слова: демонстрація, лабораторна робота з фізики, демонстраційний набір, навчальна панель, цифрова лабораторія, інтернет-симуляція, дистанційне навчання, карантин.

Serhii PANKEVYCH

Physics teacher, Municipal Institution of General Secondary Education "Lutsk Lyceum No. 23 of the Lutsk City Council", 56 Sofia Kovalevska St., Lutsk, Ukraine, 43024

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5715-2107>

To cite this article: Pankevych, S. (2023) Metodichni rekomendatsiyi shchodo provedennia laboratornoyi roboty z dynamiky zasobamy khmaro oriyentovanykh tekhnolohiy [Methodical recommendations for laboratory work on dynamics by means of cloud-oriented technologies]. *Physics and educational technology*, 4, 12–20, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-2>

METHODICAL RECOMMENDATIONS FOR LABORATORY WORK ON DYNAMICS BY MEANS OF CLOUD-ORIENTED TECHNOLOGIES

The article proposes to get acquainted with the possibility of conducting remote demonstration and laboratory work in physics on the example of work on the study of the motion of bound bodies. This concept can be implemented with the help of available Internet resources with the possibility of further processing of the results obtained. This project can be successfully used by teachers of any educational institutions and levels of education for laboratory work by students of a school, college or other educational institution. Laboratory work, which is one of the forms of education, and which is one of the most accurate and reliable methods for assessing practical knowledge, skills and abilities, can be used in distance learning or quarantine, such as the quarantine introduced in 2020 to prevent the spread of COVID-19.

An example of an experiment using an Internet simulation is given. Up to 20 variants of values have been developed for laboratory work with verified data, which can successfully replace resembles or similar laboratory work in any educational institution, from school to higher education. The options are not repeated and exclude the possibility of cheating when conducting an experiment and designing the work. The clarity and comprehensibility of the Internet simulation significantly expands the understanding of the experiment and the significance of the work itself in the context of studying the motion of bound bodies. The ability to correct the data during the experiment allows the student to draw conclusions that relate to the understanding and application of frictional forces in life. The work was successfully tested at Lutsk Lyceum No. 23 and received positive feedback from students. The results of the pedagogical experiment convincingly prove that the use of cloud technologies is a powerful tool and an effective means of teaching pupils and students.

Key words: demonstration, laboratory work in physics, demonstration set, educational panel, digital laboratory, Internet simulation, distance learning, quarantine.

Вступ. З 24 лютого 2022 року в Україні запроваджено військовий стан, що значною мірою позначається і на навчальному процесі. Повітряні тривоги не дозволяють повністю забезпечити офлайн-навчання, але й проведення онлайн-уроків може бути перерваним. В таких умовах особливо важко забезпечити проведення лабораторних робіт з фізики в навчальних закладах. Свої корективи в освітній процес привніс запроваджений з 12 березня 2020 року карантин для усіх закладів освіти. Відповідне рішення Уряд ухвалив 11 березня 2020 року. МОН рекомендувало закладам освіти розробити заходи щодо проведення занять за допомогою дистанційних технологій.

Здавалося, ситуація безнадійна, проте в Україні уже не перший рік впроваджується світовий освітній бренд STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics), що сприяє посиленню інтелектуального розвитку дітей та якісному навчанню природничих та інженерно-технічних дисциплін [1]. Сучасні вимоги до підготовки фахівців спонукають до її модернізації шляхом впровадження нових освітніх технологій, в тому числі впровадження STEM-напряму [7]. Цей напрямок потребує професіоналів у нових галузях і передбачає поєднання природничо-математичних та інженерних наук [13, 2, 18].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з постулатами концепту нової української школи, сучасний вчитель повинен не просто доносити інформацію до учня, а формувати компетентності, які будуть використовуватись ним у майбутньому [5]. Отож, якщо теоретичні та практичні заняття можна було реалізувати з допомогою відео-конференцій або використання підручників чи їх електронних аналогів, то для проведення поточної або підсумкової атестації потрібно було використовувати сторонні інтернет-ресурси, такі як, наприклад,

освітній проєкт «На урок», який містить величезну базу тестових завдань з кожного шкільного предмету [6].

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 року № 131-р передбачено реалізацію низки заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, пов'язаних із формуванням та розвитком дослідницьких та інженерних навичок, винахідництва, підприємництва, раннього професійного самовизначення, популяризація науково-технічних та інженерних професій [8].

Деякі аспекти впровадження STEM-освіти розглядали Національна інженерна академія та Національна дослідницька рада [16] (Інтеграція STEM як важлива інновація сучасної освітньої парадигми), Ю-Тзу Лінг, Мін Цан Ванг і Чен Чінг Ву [12] (розробка та впровадження міжпредметного навчання STEM), Ірина Сліпучіна (особливості застосування мультипредметного підходу в навчанні STEM, інженерних методів у природничій освіті) [19], Валентина Шарко (методика викладання природничо-математичних дисциплін у середніх та вищих навчальних закладах з використанням освітніх технологій STEM) [10]. Освітню робототехніку та ігрове навчання досліджували Наталія Морзе та Оксана Струтинська [15], Ефрансія Цагкарakis, Стаматіос Пападакіс та Майкл Калогіанакіс [17, 20].

Тому в період карантину та війни закладами освіти використовуються принципово нові форми навчання [3]. Одним з таких є дистанційне навчання, яке базується на формі змішаного навчання – це освітня концепція, за якої студент здобуває знання як самостійно онлайн, так і особисто з викладачем. Такий підхід дає змогу поєднувати традиційні методики та сучасні технології [11].

Сукупність хмарних сервісів теж розширюється доволі швидко. Школа, як і наукові

інституції, може використовувати такі технології доволі широко. Більше того, такий підхід має низку переваг [21]. Використання хмарних технологій у процесі навчання фізики, уже розглядалось науковцями з України та світу, зокрема, ця проблема була описана у роботах Максима Хомутенка [9], Валерія Бикова, Марії Шишкіної та ін. [14].

Виклад основного матеріалу дослідження.

Проблему розвитку мислення здобувачів освіти не можна закрити засвоєнням розумових дій, оскільки вміння теоретично розмірковувати про певну систему дій ще не забезпечує вміння виконати ці ж дії реально. Завершальним етапом у розвитку розумових операцій є не становлення розумової дії, а реалізація цієї дії в практичній діяльності. Тому навчання фізики передбачає залучення здобувачів до виконання ними лабораторних робіт. Під лабораторними роботами розуміють таку організацію навчального фізичного експерименту, при якій кожен працює з приладами чи установками.

Дидактична роль лабораторних робіт надзвичайно велика. Сприймання при виконанні лабораторних робіт засновані на більшій і різноманітнішій кількості чуттєвих вражень і стають глибшими і повнішими порівняно із сприйманнями при спостереженні демонстраційного експерименту. При виконанні лабораторних робіт здобувачі освіти навчаються користуватись фізичними приладами як знаряддями експериментального пізнання, набувають навичок практичного характеру. Виконання лабораторних робіт сприяє поглибленню знань з певного розділу фізики, набуттю нових знань, ознайомленню з сучасною експериментальною технікою, розвитку логічного мислення. Лабораторні роботи мають також важливе виховне значення, оскільки вони дисциплінують дітей, привчають їх до самостійної роботи, прищеплюють навички лабораторної культури.

Такі переваги успішно реалізують концепцію Нової української школи [22], консоліднують навчальний процес, а отже, забезпечують якісне формування основних ключових компетентностей випускника навчального закладу. Метою статті є окреслення концепції проведення фізичного експерименту з використанням хмарних сервісів як інструментів реалізації дистанційного навчання в системі STEM-освіти.

Розглянемо приклад інструкції до виконання лабораторної роботи з фізики «Дослідження руху зв'язаних тіл».

Мета роботи: Визначити коефіцієнт тертя ковзання дерева по дереву.

Обладнання: лінійка, терези з тягарцями (або динамометр), секундомір, дерев'яна поверхня, дерев'яний брусок, нерухомий блок, важок масою 100 г, міцна нитка завдовжки 1,5–2 м.

Вказівки до роботи:

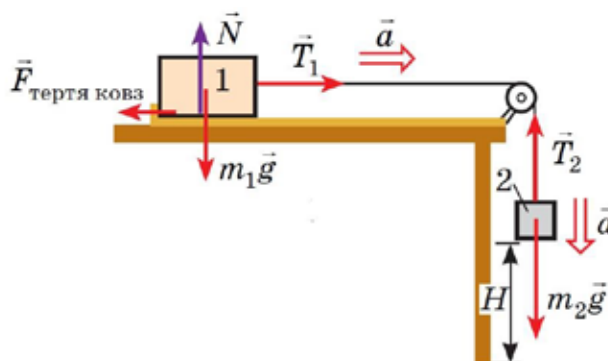


Рис. 1. Розподіл сил зв'язаних тіл

Підготовка до експерименту

1. Виміряйте масу m_1 бруска 1.
2. Зберіть експериментальну установку (див. рис. 1).
3. Skorиставшись формулою переміщення, доведіть: коли брусок 1 починає рух під дією тягарця 2, їх прискорення можна визначити за формулою:

$$a = \frac{2H}{t^2}. \quad (1)$$

4. Для кожного тіла запишіть рівняння другого закону Ньютона і, врахувавши, що $T_1 = T_2$, а $F_{\text{тертя ковз}} = \mu N$, доведіть, що

$$\mu = \frac{m_2 g - (m_1 + m_2) a}{m_1 g}. \quad (2)$$

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки. Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці (табл. 1).

1. Виміряйте масу m_1 бруска 1 та масу m_2 тягарця 2.
2. Розташуйте брусок біля лівого краю трибометра й, утримуючи брусок, виміряйте відстань H від тягарця до підлоги (див. рис. 1).

Таблиця 1

№	Маса бруска m_1 , кг	Маса тягарця m_2 , кг	Висота падіння тягарця H , м	Час падіння		Прискорення тягарця $a_{сер}, \frac{M}{c^2}$	Коефіцієнт тертя ковзання $\mu_{сер}$	Відносна похибка ϵ , %
				t , с	$t_{сер}$, с			
1								
2								
3								

3. Відпустить брусок і виміряйте час t , через який тягарець торкнеться підлоги. Не змінюючи початкового розташування зв'язаних тіл, повторіть дослід ще тричі.

Опрацювання результатів експерименту 1.

1. Обчисліть середній час руху тягарця ($t_{сер}$).

2. За формулою (1) визначте середнє прискорення руху тягарця ($a_{сер}$).

3. За формулою (2) визначте середнє значення коефіцієнта тертя ковзання.

4. Оцініть відносну похибку експерименту, порівнявши значення коефіцієнта тертя ковзання $\mu_{сер}$ дерева по дереву, отриманого в ході експерименту, з табличним значенням $\mu_{табл}$:

$$\epsilon_{\mu} = \left| 1 - \frac{\mu_{сер}}{\mu_{табл}} \right| \cdot 100\%$$

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати.

У висновку зазначте: 1) величину, яку ви вимірювали; 2) результат вимірювання; 3) причини похибки.

Висновок

Творче завдання

Запишіть план проведення експерименту щодо визначення прискорення вільного падіння з використанням установки, зображеної на рис. 2. За можливості проведіть експеримент.

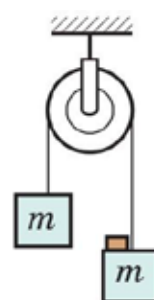


Рис. 2

Це стандартна версія інструкції до лабораторної роботи, яку пропонується проводити в навчальному закладі на уроках лабораторної роботи. На жаль, для виконання цього завдання одночасно всім класом, або хоча б підгрупою, треба мати необхідне матеріальне забезпечення в достатній кількості. Тому ми пропонуємо провести таку роботу дистанційно, попередньо задавши необхідні параметри експерименту.

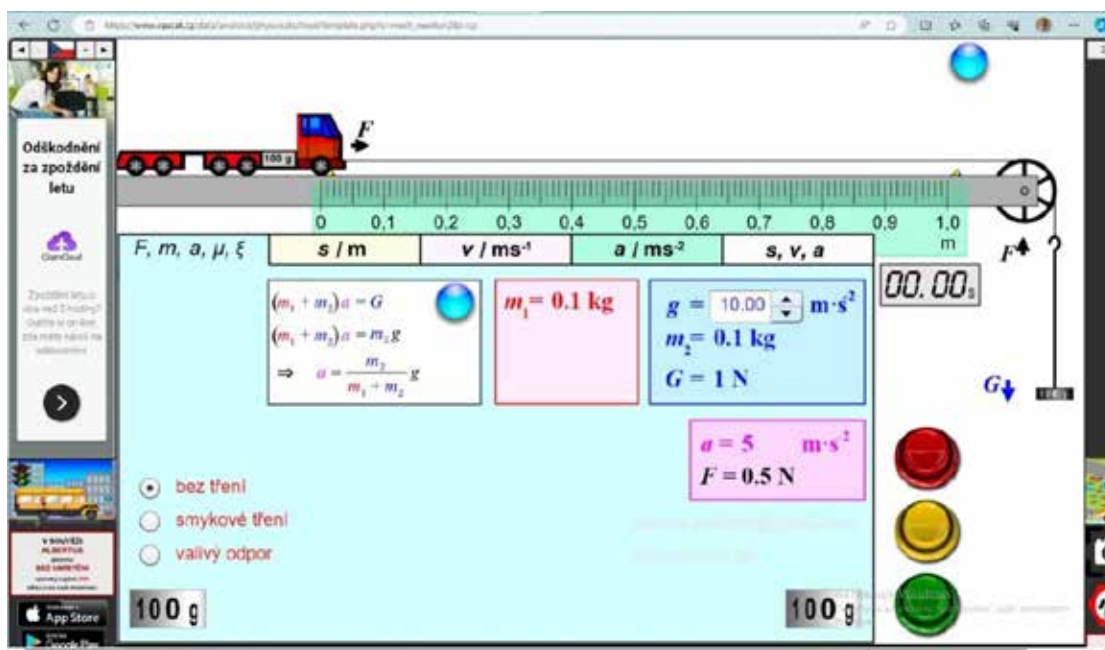


Рис. 3. Стартова сторінка симуляції

Отож, щоб забезпечити виконання такої роботи в умовах дистанційного навчання, ми скористаємося чеським освітнім порталом, який має величезний набір симуляцій з фізики, де студент може як завгодно змінювати параметри деяких компонентів (маси тягарців, важків, коефіцієнтів тертя та гравітацію) [23].

Єдиною відмінністю від класичного експерименту буде відсутність висоти падіння тягарця. Цей параметр буде рівним у всіх експериментах і становитиме 1 м. Важливо наголосити здобувачам, що шлях, пройдений тягарцем, рівний шляху, пройдений важком-автомобілем.

До речі, цей сервіс українізований. Переходячи за посиланням www.vasak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton2&l=cz ми потрапляємо на стартову сторінку симуляції (рис. 3).

На цьому етапі ми маємо можливість встановити масу автомобіля, яка відповідає масі бруска m_1 в лабораторній роботі (рис. 4) (На рис. 3 ця опція знаходиться зліва внизу. Для зменшення маси треба важки знімати з самого автомобіля).



Рис. 4. Параметри набору маси бруска

Далі потрібно обрати масу тягарця, який під дією сили тяжіння надасть прискорення бруску-автомобілю (рис. 5) (На рис. 3 ця опція знаходиться справа внизу. Для зменшення маси, треба важки знімати з самого тягарця).

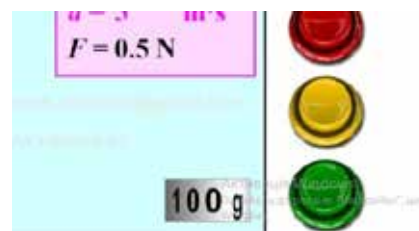


Рис. 5. Параметри набору маси тягарця

І останній, найважливіший параметр – вибираємо тип тертя. Можемо встановити або відсутність тертя, або тертя ковзання чи кочення. (рис. 6).

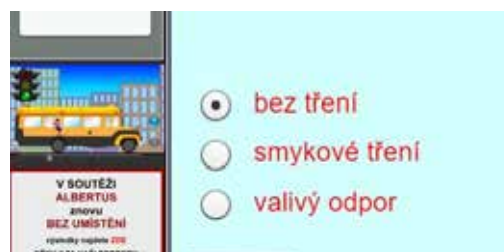


Рис. 6. Параметри вибору типу тертя

Натискаючи на значок запуску симуляції (зелена клавіша), переходимо до вимірювання часу, яке показане на табло (рис. 7).

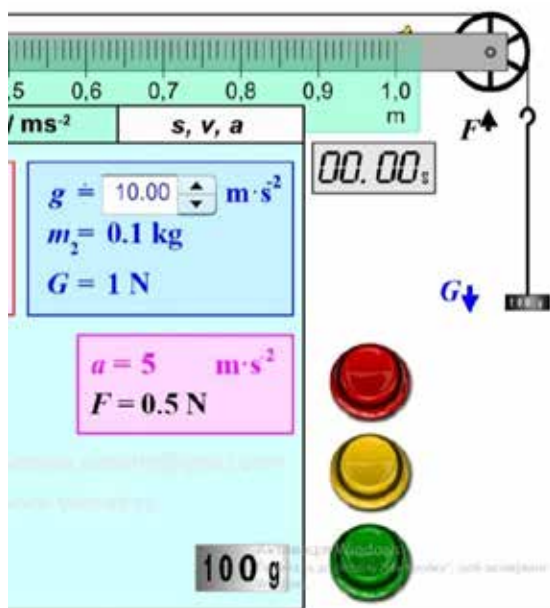


Рис. 7. Управління симуляцією

Завданням викладача буде лише надати кожному здобувачу (або двом) набору певних параметрів симуляції: маса автомобіля, маса тягарця і коефіцієнт тертя.

Родзинкою цієї роботи є декілька додаткових функцій: можливість змінювати коефіцієнт тертя, який ми **приймаємо за табличне значення** (рис. 8) і навіть прискорення сили земного тяжіння (рис. 9).



Рис. 8. Управління величиною тертя

В експерименті ми пропонуємо встановити параметри, які відповідають земній гравітації, а обчислення робити з наближеними значеннями.

Завдяки такому спрощенню здобувачі освіти зроблять висновок про похибку в цій роботі та залежність отриманих результатів від гравітації.

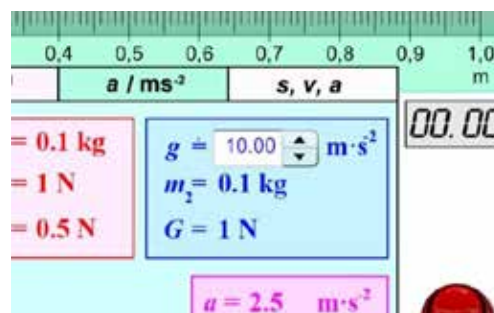


Рис. 9. Управління гравітацією

Більш уважні здобувачі, звичайно, помітять, що практично всі обрахунки уже знаходяться на симуляції, але це ідеальні дані за заданими умовами, на які можна лише орієнтуватися.

Нами була розроблена табличка на 20 варіантів за заданими параметрами, при яких симуляція виконується правильно (табл. 2).

При зміні параметрів симуляція може не працювати.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, розроблений нами методичний проєкт та технічний інструментарій відповідає виконанню організаційно-методичних вимог в рамках реалізації STEM освіти. Підготовка здобувачів освіти за запропонованою нами методикою використання інтернет-симуляцій підвищує рівень умінь здійснювати постановку експериментаторської проблеми та шукати шляхи її розв'язання, що забезпечує формування предметної та цифрової компетентності.

Запропоноване дослідження успішно пройшло апробацію не лише в школі, а також в Луцькій філії вищого приватного навчального закладу Львівський фаховий медичний коледж «Монада», в якому кабінет фізики погано забезпечений. Дослідження показало, що запропонована нами методика проведення лабораторної роботи з використанням хмарних технологій підвищує ефективність засвоєння навчального матеріалу і формування фахової компетентності в студентів медичного профілю.

Таблиця 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
m_1	100	100	100	200	200	200	300	300	300	400	400	400	500	500	500	600	600	600	700	700
m_2	100	200	300	100	200	300	100	200	300	100	200	300	100	200	300	100	200	300	100	200
μ	0.5	0.7	0.9	0.5	0.7	0.9	0.3	0.6	0.9	0.2	0.5	0.7	0.2	0.4	0.6	0.1	0.3	0.5	0.1	0.2

ЛІТЕРАТУРА:

1. Концепція управління процесами формування природничо-наукової компетентності майбутнього педагога фізико-технологічного профілю в STEM-орієнтованому навчальному середовищі. – С. 104-108. <https://science.kpnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/09/1-1.pdf>
2. Мартинюк О.С. Тривимірне прототипування як складник STEM технологій у конструктивно-технічній і науково-дослідній роботі студентів та учнів. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2019. Вип. 25 : Управління інформаційно-навчальним середовищем як концептуальна основа результативності фізико-технологічної освіти. С. 61-64. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/189486>.
3. Мартинюк, О., Мирончук, Г., Панкевич, С. (2022). Організаційно-методичні умови використання цифрових лабораторій у системі впровадження освітнього напрямку STEM. Фізика та освітні технології, (1), 34–40. <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-4>
4. Межуєва І. Ю. / Тестування як форма контролю знань, умінь, навичок. Переваги і недоліки / Молодий вчений. – 2017. – № 9. – С. 394-398
5. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Ухвалено рішенням колегії МОН 27.10.2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
6. Освітній проєкт «На урок» для вчителів.–URL: <https://naurok.com.ua>
7. Панкевич С.С. Особливості проведення тестування з фізики засобами хмаро орієнтованих технологій в закладах медичного профілю. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: С.В. Оптасюк (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2020. Випуск 26
8. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 р. № 131-р «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року», 2021. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r>.
9. Хомутенко М. Віртуальний фізичний експеримент в хмаро орієнтованому навчальному середовищі / М. Хомутенко // Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2016. – Вип. 9(3). – С. 175-179.
10. Шарко В. Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема / В. Шарко // Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2016. – Вип. 10(3). – С. 160-165. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_2016_10\(3\)_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_2016_10(3)_37).
11. Bilousova, L., Gryzun, L. and Zhytienova, N., 2021. Interactive methods in blended learning of the fundamentals of UI/UX design by pre-service specialists. *Educational technology quarterly*. Available from: <https://doi.org/10.55056/etq.34>.
12. Lin, Y.T., Wang, M.T. and Wu, C.C., 2019. Design and Implementation of Interdisciplinary STEM Instruction: Teaching Programming by Computational Physics. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), pp.77–91. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0415-0>.
13. Martyniuk, O.O., Martyniuk, O.S. and Muzyka, I.O., 2020. Formation of informational and digital competence of secondary school students in laboratory work in physics. In: S.O. Semerikov and M.P. Shyshkina, eds. *Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2020)*, Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2020. CEUR-WS.org, CEUR Workshop Proceedings, vol. 2879, pp.366–383. Available from: <http://ceur-ws.org/Vol-2879/paper20.pdf>.
14. Martyniuk, O.O., Martyniuk, O.S., Pankevych, S. and Muzyka, I., 2021. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics. *Educational Technology Quarterly* [Online], 2021(3), pp.347–359. Available from: <https://doi.org/10.55056/etq.39> [Accessed 28 November 2022].
15. Morze, N. and Strutynska, O., 2022. Model of the Competences in Educational Robotics. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2: AET. INSTICC, SciTePress*.
16. National Academy of Engineering and National Research Council, 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. Available from: <https://doi.org/10.17226/18612>.
17. Papadakis, S. and Kalogiannakis, M., 2019. Evaluating the effectiveness of a game-based learning approach in modifying students' behavioural outcomes and competence, in an introductory programming course. A case study in Greece. *International journal of teaching and case studies*, 10(3), pp.235–250. Available from: <https://doi.org/10.1504/IJTCS.2019.102760>.
18. Pylypenko, O., 2020. Development of critical thinking as a means of forming STEM competencies. *Educational dimension*, 55(3), p.317–331. Available from: <https://doi.org/10.31812/educdim.v55i0.3955>.

19. Slipukhina I., Polishchuk A., Mieniailov S., Opolonets O. and Soloviov T. (2020). Methodology of M. Montessori as the Basis of Early Formation of STEM Skills of Pupils. In Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 1: AET, ISBN 978-989-758-558-6, pages 211-220. DOI: 10.5220/0010922500003364
20. Tzagkaraki, E., Papadakis, S. and Kalogiannakis, M., 2021. Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula. In: M. Malvezzi, D. Alimisis and M. Moro, eds. Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills. Cham: Springer International Publishing, pp.216–229 URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19.
21. Why many schools are 'up in the air' about cloud computing/Education Technology:веб-сайт. URL: <https://edtechnology.co.uk/Article/why-many-schools-are-up-in-the-air-about-cloud-computing>
22. Zhorova, I., Kokhanovska, O., Khudenko, O., Osypova, N. and Kuzminska, O., 2022. Teachers' training for the use of digital tools of the formative assessment in the implementation of the concept of the New Ukrainian School. Educational technology quarterly, 2022. Available from: <https://doi.org/10.55056/etq.11>.
23. www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton2&l=cz

REFERENCES:

1. Kontsepsiia upravlinnia protsesamy formuvannia pryrodnycho-naukovoï kompetentnosti maibutnoho pedahoha fizyko-tekhnologichnoho profilu v STEM-orïentovanomu navchalnomu seredovysshchi [The concept of managing the processes of formation of natural science competence of the future teacher of physical and technological profile in a STEM-oriented educational environment]. – S. 104-108. <https://science.kpnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/09/1-1.pdf> [in Ukrainian].
2. Martyniuk O.S. Tryvymirne prototypuvannia yak skladnyk STEM tekhnologii u konstruktyvno-tekhnichnii i naukovo-doslidnii roboti studentiv ta uchniv [Three-dimensional prototyping as a component of STEM technologies in the constructive, technical and research work of students and pupils.]. Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Seriiia pedahohichna / [redkol.: P. S. Atamanchuk (holova, nauk. red.) ta in.]. Kamianets-Podilskyi : Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiiienka, 2019. Vyp. 25 : Upravlinnia informatsiino-navchalnym seredovysshchem yak kontseptualna osnova rezultatyvnosti fizyko-tekhnologichnoi osvity. S. 61-64. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/189486> [in Ukrainian].
3. Martyniuk, O., Myronchuk, H., Pankevych, S. (2022). Orhanizatsiino-metodychni umovy vykorystannia tsyfrovyykh laboratorii u systemi vprovadzhennia osvitnoho napriamu STEM [Organizational and methodological conditions for the use of digital laboratories in the system of implementation of the educational direction STEM]. Fizyka ta osviti tekhnologii, (1), 34–40. <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-4> [in Ukrainian].
4. Mezhuieva I. Yu. / Testuvannia yak forma kontroliu znan, umin, navychok. Perevahy i nedoliky [Testing as a form of control of knowledge, skills, and abilities. Advantages and disadvantages] / Molodyi vchenyi. – 2017. – № 9. – S. 394-398 [in Ukrainian].
5. Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly [New Ukrainian School. Conceptual Foundations of Secondary School Reform]. Ukhvaleno rishenniam kolehii MON 27.10.2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian]
6. Osvitnii proekt «Na urok» dlïa vchyteliv.–URL: <https://naurok.com.ua> [in Ukrainian]
7. Pankevych S.S. Osoblyvosti provedennia testuvannia z fizyky zasobamy khmaro orïentovanykh tekhnologii v zakladakh medychnoho profilu [Features of testing in physics by means of cloud-based technologies in medical institutions]. Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Seriiia pedahohichna / [redkol.: S.V. Optasiuk (holova, nauk. red.) ta in.]. Kamianets-Podilskyi : Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiiienka, 2020. Vypusk 26 [in Ukrainian]
8. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid vid 13 sichnia 2021 r. № 131-r «Pro zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo realizatsii Kontsepsiï rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) do 2027 roku» [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of January 13, 2021 No. 131-p "On approval of the action plan for the implementation of the Concept for the development of natural and mathematical education (STEM education) until 2027"], 2021. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r> [in Ukrainian].
9. Khomutenko M. Virtualnyi fizychnyi eksperyment v khmaro orïentovanomu navchalnomu seredovysshchi [Virtual Physics Experiment in a Cloud-Based Learning Environment] / M. Khomutenko // Naukovi zapysky [Kirovohradskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]. Seriiia : Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnologichnoi osvity. – 2016. – Vyp. 9(3). – S. 175-179 [in Ukrainian].
10. Sharko V. Modernizatsiia systemy navchannia uchniv STEM-dystyplin yak metodychna problema [Modernization of the system of teaching students of STEM disciplines as a methodological problem] / V. Sharko // Naukovi zapysky [Kirovohradskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]. Seriiia : Problemy

metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. – 2016. – Vyp. 10(3). – S. 160-165. – Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_m_2016_10\(3\)_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_m_2016_10(3)_37) [in Ukrainian].

11. Bilousova, L., Gryzun, L. and Zhytienova, N., 2021. Interactive methods in blended learning of the fundamentals of UI/UX design by pre-service specialists. *Educational technology quarterly*. Available from: <https://doi.org/10.55056/etq.34>.

12. Lin, Y.T., Wang, M.T. and Wu, C.C., 2019. Design and Implementation of Interdisciplinary STEM Instruction: Teaching Programming by Computational Physics. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), pp.77–91. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0415-0>.

13. Martyniuk, O.O., Martyniuk, O.S. and Muzyka, I.O., 2020. Formation of informational and digital competence of secondary school students in laboratory work in physics. In: S.O. Semerikov and M.P. Shyshkina, eds. *Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2020)*, Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2020. CEUR-WS.org, CEUR Workshop Proceedings, vol. 2879, pp.366–383. Available from: <http://ceur-ws.org/Vol-2879/paper20.pdf>.

14. Martyniuk, O.O., Martyniuk, O.S., Pankevych, S. and Muzyka, I., 2021. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics. *Educational Technology Quarterly* [Online], 2021(3), pp.347–359. Available from: <https://doi.org/10.55056/etq.39> [Accessed 28 November 2022].

15. Morze, N. and Strutynska, O., 2022. Model of the Competences in Educational Robotics. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2: AET. INSTICC, SciTePress*.

16. National Academy of Engineering and National Research Council, 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. Available from: <https://doi.org/10.17226/18612>.

17. Papadakis, S. and Kalogiannakis, M., 2019. Evaluating the effectiveness of a game-based learning approach in modifying students' behavioural outcomes and competence, in an introductory programming course. A case study in Greece. *International journal of teaching and case studies*, 10(3), pp.235–250. Available from: <https://doi.org/10.1504/IJTCS.2019.102760>.

18. Pylypenko, O., 2020. Development of critical thinking as a means of forming STEM competencies. *Educational dimension*, 55(3), p.317–331. Available from: <https://doi.org/10.31812/educdim.v55i0.3955>.

19. Slipukhina I., Polishchuk A., Mienailov S., Opolonets O. and Soloviov T. (2020). Methodology of M. Montessori as the Basis of Early Formation of STEM Skills of Pupils. In *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 1: AET*, ISBN 978-989-758-558-6, pages 211-220. DOI: 10.5220/0010922500003364.

20. Tzagkaraki, E., Papadakis, S. and Kalogiannakis, M., 2021. Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula. In: M. Malvezzi, D. Alimisis and M. Moro, eds. *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills*. Cham: Springer International Publishing, pp.216–229 URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19.

21. Why many schools are 'up in the air' about cloud computing/Education Technology:веб-сайт. URL: <https://edtechnology.co.uk/Article/why-many-schools-are-up-in-the-air-about-cloud-computing>.

22. Zhorova, I., Kokhanovska, O., Khudenko, O., Osypova, N. and Kuzminska, O., 2022. Teachers' training for the use of digital tools of the formative assessment in the implementation of the concept of the New Ukrainian School. *Educational technology quarterly*, 2022. Available from: <https://doi.org/10.55056/etq.11>.

23. www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=mech_newton2&l=cz [in Czech].

УДК 373.3/.5.091.33-047.58:53

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-3>

Валентин САВОШ

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій навчально-наукового фізико-технологічного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Воли 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9499-885X>

Григорій КОБЕЛЬ

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій навчально-наукового фізико-технологічного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Воли 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3774-0032>

Бібліографічний опис статті: Савош, В., Кобель, Г. (2023). Комплексне використання засобів моделювання у процесі реалізації енергетичного підходу до розв'язування фізичних задач. *Фізика та освітні технології*, 4, 21–27, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-3>

**КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ
У ПРОЦЕСІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ
ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ**

У контексті забезпечення особистісних і суспільних запитів та потреб педагогічна й учнівська спільноти відчували необхідність у оновленні підходів щодо організації навчально-пізнавальної діяльності як такої, що стимулює до постійного оновлення власних знань і вмінь, сприяє виникненню, зростанню й закріпленню бажання здійснювати навчання впродовж життя, готує до творчої самореалізації в суспільстві. Відповідно до змісту Державного стандарту базової середньої освіти та проєкту Державного стандарту профільної середньої освіти однією з вимог до обов'язкових результатів навчання учнів є моделювання процесів і ситуацій, розроблення стратегій, планів дій для розв'язання проблемних ситуацій. Отож, актуальному та перспективному особистісному становленню учня закладу загальної середньої освіти, формуванню і розвитку його потреби постійно набувати нових компетентностей та досягати обов'язкових результатів може й має посприяти цілеспрямоване навчання основам моделювання і побудова моделей.

Методологічною основою пропонованого дослідження є наукові джерела щодо різноаспектного розгляду проблеми моделювання.

У статті проаналізовано застосування моделювання у процесі розв'язування фізичних задач. Зокрема розкрито процес комплексного використання засобів моделювання (фізичного, математичного, комп'ютерного моделювання, моделювання задачної ситуації, моделювання розв'язування задачі) у процесі розв'язання фізичних задач з теми «Механічна енергія» учнями закладів загальної середньої освіти. Для практичного відображення теоретичних результатів дослідження були обрані та використанні дані психометричного аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання з фізики.

Отож, суть полізасобового моделювання як методу опосередкованого пізнання полягає у з'ясуванні та відтворенні необхідних для дослідника властивостей реальних об'єктів, предметів та явищ за допомогою інших об'єктів (матеріального чи ідеального характеру).

Ключові слова: модель, моделювання, засоби моделювання, енергетичний підхід, фізична задача.

Valentyn SAVOSH

Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies of the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13, Volya Ave., Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9499-885X>

Hryhoriy KOBEL

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies of the Educational and Scientific Institute of Physics and Technology, Lesya

To cite this article: Savosh, V., Kobel, H. (2023). Kompleksne vykorystannia zasobiv modeliuвання u protsesi realizatsii enerhetychnoho pidkходу do rozv'язuvannia fizychnykh zadach [Integrated use of modeling tools in the process of implementing the energy approach to solving physical tasks]. *Physics and Educational Technology*, 4, 21–27, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-3>

INTEGRATED USE OF MODELING TOOLS IN THE PROCESS OF IMPLEMENTING THE ENERGY APPROACH TO SOLVING PHYSICAL TASKS

In the context of meeting personal and social demands and needs, the pedagogical and student communities felt the need to update approaches to the organization of educational and cognitive activities as such, which stimulates the constant updating of their knowledge and skills, promotes the emergence, growth, and consolidation of the desire to pursue lifelong learning, and prepares for creative self-realization in society. According to the content of the State Standard of Basic Secondary Education and the draft State Standard of Specialized Secondary Education, one of the requirements for mandatory student learning outcomes is modeling processes and situations, and developing strategies and action plans to solve problem situations. Therefore, the actual and promising personal development of a general secondary education student, the formation and development of his or her need to constantly acquire new competencies and achieve mandatory results can and should be facilitated by targeted training in the basics of modeling and model building.

The methodological basis of the proposed study is the scientific sources on the multidimensional consideration of the problem of modeling.

The article analyzes the use of modeling in the process of solving physical problems. In particular, the process of integrated use of modeling tools (physical, mathematical, computer modeling, modeling of a problem situation, modeling of solving a problem) in the process of solving physical problems on the topic "Mechanical energy" by students of general secondary education institutions is revealed. For the practical reflection of the theoretical results of the study, the data of psychometric analysis of the results of the external independent evaluation in physics were selected and used.

Thus, the essence of poly-mechanical modeling as a method of indirect cognition is to find out and reproduce the properties of real objects, subjects and phenomena necessary for the researcher with the help of other objects (material or ideal).

Key words: model, modeling, modeling tools, energy approach, physical task.

Актуальність проблеми. Розв'язування задач є одним із найважливіших складників освітнього процесу з фізики. Під час навчання учнів розв'язуванню задач вчителі дотримуються певної послідовності дій. Початком діяльності із задачею є опрацювання її умови та з'ясування фізичного змісту. Саме на цьому етапі в учнів виникають значні труднощі, які в подальшому унеможливають правильне розв'язання задачі. Дані психометричного аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання з фізики переконливо свідчать про несформованість у здобувачів освіти вміння розв'язувати задачі (ЗНО/НМТ).

Кожна фізична задача має модельне відношення до дійсності, яка набагато складніша, багатогранніша, ніж це подано в її умові. Тому всяку фізичну задачу слід розглядати як модель реального процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до міркувань Л. Калапуші (Калапуша, 2007), завдання, що вирішуються за допомогою моделювання, можна поділити на

три групи. Перша група завдань тісно пов'язана з розвитком теорій, перевірки гіпотез, збиранням наукових фактів. Розв'язання другої групи завдань дає змогу дістати інформацію в прискореному або сповільненому часі про роботу нових приладів або установок у реальних умовах або умовах, близьких до реальних. Третя група завдань спрямована суто на педагогічні цілі.

Аналіз наукових джерел засвідчив, що проблема застосування моделювання в освітньому процесі закладів загальної середньої та вищої освіти набула різноаспектного розгляду, зокрема, використання навчальних моделей (Калапуша, 2007) та математичного моделювання (Калапуша, 2000; Кобель, 2019); побудова моделей до задач (Головіна, 2021), моделювання розв'язування задач (Гончаренко, 2004); фізичного моделювання під час вивчення законів збереження (Кобель, 2019); застосування інформаційно-комп'ютерних технологій як засобу реалізації тематичного ФІН-моделювання у процесі організації навчання в закладах

вищої педагогічної освіти та освіти дорослих (Мієр, 2021); організація самостійної пізнавальної діяльності старшокласників засобами моделювання (Савош, 2016); полідіяльнісний базис організації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти (Голодюк, 2011).

Метою статті є розкриття застосування полізасобового моделювання у процесі розв'язування фізичних задач.

Виклад основного матеріалу дослідження.

На нашу думку, початковим етапом розв'язування задачі є організація моделювання під час опрацювання її умови, іншими словами моделювання задачної ситуації, яке здійснюється на основі абстрагування заданої ситуації, та її заміни близькою ідеалізованою моделлю, для опису якої використовуються відповідні рівняння й закони, які відомі учням. Такий підхід слугує усвідомленому опрацюванню змісту умови задачі, виокремленню основних елементів умови (іменованих нами «смысловими одиницями») для побудови моделі, відображення зв'язків і відношень між смысловими одиницями в моделі, передбачення перспективи використання смыслових одиниць і встановлення зв'язків та відношень під час розв'язання задачі.

Комплексне використання декількох засобів моделювання та встановлення послідовності їх запровадження під час розв'язування фізичних задач є другим етапом діяльності учнів.

Дотриманням цієї умови передбачається встановлення вчителем відповідності між об'єктом пізнання та 1) головним очікуваним результатом діяльності учнів; 2) навченістю й научаністю школярів; 3) умовами, в яких організовується діяльність учнів щодо розв'язування фізичних задач; 4) можливістю візуалізації об'єкта пізнання одним або декількома засобами моделювання; 5) доцільністю використання декількох засобів моделювання з огляду на сприяння більш продуктивному перебігу процесу пізнання, оптимальному використанню інтелектуальних і часових ресурсів під час досягнення головного очікуваного результату діяльності учнів; 6) послідовністю запровадження різних засобів моделювання на основі руху від простого до складного; 7) синергетичним підсиленням результатів діяльності учнів з огляду на те, що сумарна ефективність використання різних засобів моделювання значно

вища, ніж ефективність одного окремо взятого засобу (приміром, фізичного моделювання чи математичного).

Моделюванням розв'язування задачі, що є наступним етапом, передбачається здійснення перекодування інформації умови задачі, яке слугує основою фіксування в моделі зміни й розвитку знакового представлення. Тобто, здійснюється цілеспрямоване поетапне кількаразове переформулювання інформаційного контенту умови задачі, яке реалізовуючись у постійному узгодженні із вимогою задачі, призводить до її розв'язання (рис. 1).

Як приклад, розглянемо задачу, яка була запропонована учасникам зовнішнього незалежного оцінювання з фізики у 2021 році. *Задача. 1* (№ 31, 2021). Бетонний циліндричний стовп, що лежав на горизонтальному дні глибокого озера, водолази поставили вертикально. Висота стовпа 4 м, маса 600 кг. Визначте мінімальну роботу, яку мали виконати водолази, піднявши стовп. Уважайте, що густина бетону 2000 кг/м^3 , густина води 1000 кг/м^3 , прискорення вільного падіння 10 м/с^2 . Поперечні розміри стовпа не враховуйте. Відповідь запишіть у кілоджоулях (кДж).

Як видно із психометричного аналізу (табл. 1), лише 5%, або 1170 випускників із 23 407 осіб, які взяли участь у ЗНО, отримали правильну відповідь [10, с. 362].

Для розв'язування цього завдання потрібно було застосувати поняття, закономірності, експериментальні результати з кількох тематичних блоків, їхніх розділів або тем програми зовнішнього незалежного оцінювання з фізики.

Дано:

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{б}} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$l = 4 \text{ м}$$

$$m = 600 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$A - ?$

Розв'язування. *Моделювання задачної ситуації.* Маємо бетонний циліндричний стовп, який лежить горизонтально. На нього діють сила тяжіння та сила реакції опори. В задачі

нічого не сказано про структуру дна, тому можна вважати, що на лежачий на дні стовп ще діє архімедова сила. В реальній ситуації, як правило, дно є глинистим і вода під стовп не потрапляє, тобто у початковий момент на стовп діє сила тиску шару води але не діє архімедова сила. В умові можна виділити такі проблеми: 1) яким способом відбувається піднімання стовпа; 2) у якій точці стовпа доцільно прикладати силу; 3) у якому напрямку прикладати цю силу, вона стала за модулем і напрямком чи ні; 4) при яких умовах робота по підніманню буде мінімальною; 5) як врахувати той факт, що робота виконується не у повітрі а у воді. Оскільки озеро глибоке, то логічно вважати, що його глибина більша від 4 м і стовп весь час перебуває у воді.

Постає питання, яким чином подолази ставили стовп у вертикальне положення? Для аналізу цього процесу варто використати фізичне моделювання. Беремо дерев'яний брусок

і переводимо його із горизонтального положення у вертикальне різними способами.

Перший спосіб. Прикладаємо силу \vec{F} до одного з кінців і поступово обертаємо його навколо нижньої точки тобто другого кінця стовпа (рис. 2). Оптимальним є випадок, коли ця сила перпендикулярна до осі стовпа. При цьому плече прикладеної сили дорівнює висоті стовпа і момент сили буде найбільшим. У цьому випадку зріст водолазів має бути порівняний із висотою стовпа. Сила \vec{F} постійно змінює напрямок у просторі від вертикального до горизонтального. Стовп обертають повільно із сталою швидкістю, тому алгебраїчна сума моментів сил рівна нулю. Для визначення сили \vec{F} запишемо правило моментів відносно точки O: $Fl - (mg - F_A)\frac{l}{2} \cos \alpha = 0$. Звідки $F = \frac{1}{2}(mg - F_A) \cos \alpha$. Кут α змінюється від 0° до 90° . Модуль прикладеної сили



Рис. 1. Полізабсове моделювання у процесі розв'язування фізичних задач

Таблиця 1

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
6	95,0	5,0	5,0	15,1	0,4

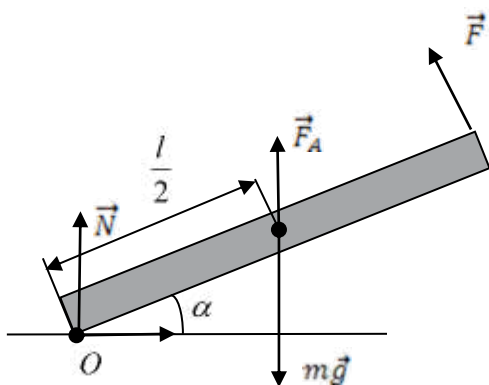


Рис. 2

\vec{F} також змінюється, тому формулу роботи $A = Fl \cos \phi$ застосовувати не можна. Використаємо математичне моделювання. При повороті стовпа на кут $d\alpha$ верхня його точка переміщується вздовж дуги $ds = l d\alpha$. Елементарна робота сили \vec{F} $dA = F ds = Fl d\alpha$. $dA = M d\alpha$, де M – момент сили. $dA = \frac{1}{2}(mg - F_A) \cos \alpha \cdot l d\alpha$.

Для визначення роботи інтегруємо останній вираз. $A = \int_0^{90^\circ} Fl d\alpha = \int_0^{90^\circ} \frac{1}{2}(mg - F_A) l \cos \alpha \cdot d\alpha$.

$$A = \frac{1}{2}(mg - F_A) l \sin \alpha \Big|_0^{90^\circ} = \frac{1}{2}(mg - F_A) l.$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (mg - \rho_e g V) l = \frac{mg}{2} \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_\sigma} \right) l.$$

Виконаємо обчислення:

$$A = \frac{600 \cdot 10}{2} \left(1 - \frac{1000}{2000} \right) \cdot 4 = 6000 \text{ (Дж)} = 6 \text{ кДж}.$$

Другий спосіб. Якщо водолази мають зріст по 2 м, то вони піднімуть стовп на висоту 2 м, яка рівна половині висоти стовпа. Потім, повільно повертаючи його навколо центра мас (середина стовпа), водолази переводять його у вертикальне положення. Механічна робота виконується на етапі піднімання. У цьому випадку можемо використати згадану вище формулу для обчислення механічної роботи: $A = Fl \cos \phi$.

Робота виконується проти рівнодійної сили тяжіння та архімедової сили.

$$A = \frac{l}{2}(mg - F_A) = \frac{l}{2}(\rho_\sigma g V - \rho_e g V) = \frac{l}{2} mg \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_\sigma} \right).$$

Виконаємо обчислення:

$$A = \frac{4}{2} 600 \cdot 10 \left(1 - \frac{1000}{2000} \right) = 6000 \text{ (Дж)} = 6 \text{ кДж}$$

Найпростіший спосіб розв'язати цю задачу – використати енергетичний підхід. Для цього потрібно проаналізувати початкове та кінцеве положення стовпа, а не заглиблюватися у сам процес піднімання. У вертикальному положенні потенціальна енергія стовпа більша. Мінімальна робота рівна зміні потенціальної енергії бетонного стовпа, який перебуває у воді. Якщо не враховувати поперечні розміри стовпа, то його центр мас перемістили вгору на $\frac{l}{2}$.

$$A = \Delta W_n = \frac{(mg - F_A)l}{2} = \frac{l}{2}(\rho_\sigma g V - \rho_e g V) = \frac{l}{2} mg \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_\sigma} \right)$$

При цьому ми абстрагуємося від ряду факторів: вплив сили опору води при русі стовпа, заглиблення нижнього кінця стовпа у ґрунт дна озера, не враховуємо товщину стовпа.

Для глибшого розуміння цієї задачної ситуації можемо розглянути задачі, які є задачами-моделями до неї.

Задача 2. Яку найменшу роботу потрібно виконати, щоб перекинути однорідний блок кубічного перерізу з однієї грані на іншу? Маса тіла m , довжина сторони куба a . Де на практиці використовується такий процес?

Розв'язування: для аналізу задачної ситуації варто використати фізичне моделювання. Беремо, наприклад, картонну коробку кубічного перерізу (можна і порожнисту), яка буде моделлю реального об'єкта (рис. 3). Проводимо експеримент і виявляємо, що достатньо тіло поставити на ребро (кант), а далі воно перекинеться під дією сили тяжіння. Мінімальне значення механічної роботи рівне зміні потенціальної енергії блока. Застосувавши математичне моделювання отримаємо: $A = \Delta W_n = mg \Delta h = mg(h_2 - h_1)$.

$A = mg \left(\frac{\sqrt{2}a}{2} - \frac{a}{2} \right) = \frac{\sqrt{2}-1}{2} mga$. Такий процес переміщення вантажу називається кантуванням

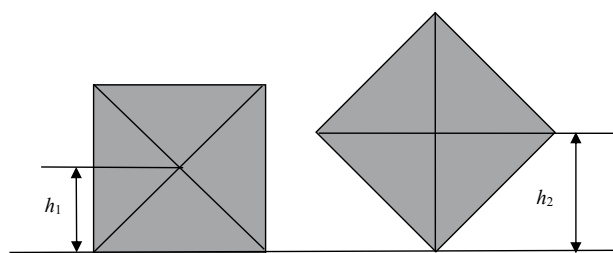


Рис. 3

і часто використовується у практичній діяльності. Для ручного кантування вантажів масою до 100 кг використовують лом у якості важеля.

Розглянемо задачу, у якій враховуємо виштовхувальну силу у повітрі.

Задача 3. У будівельному магазині майстер вибирає утеплювач. Упаковка лежить на горизонтальній підлозі і має форму куба масою $m = 5 \text{ кг}$ зі стороною $a = 0,8 \text{ м}$. Яку найменшу роботу має виконати майстер, щоб перекинути куб з однієї грані на іншу? У приміщенні температура $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, а густина повітря $\rho_n = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$a = 0,8 \text{ м}$$

$$\rho_n = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

А-?

Розв'язування. Моделювання задачної ситуації. Мінімальна робота потрібна для переведення куба із грані на ребро. При цьому центр мас куба потрібно підняти на висоту

$$h = \frac{\sqrt{2} \cdot a}{2} - \frac{a}{2} = \frac{\sqrt{2}-1}{2} a.$$

У даній задачі утеплювач має невелику густину $\rho = \frac{m}{a^3} = \frac{5}{(0,8)^3} \approx 9,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Тому, крім сили тяжіння, потрібно враховувати силу Архімеда у повітрі.

$$A = \frac{\sqrt{2}-1}{2} a (mg - F_A) = \frac{\sqrt{2}-1}{2} amg \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho} \right).$$

$$A = \frac{\sqrt{2}-1}{2} \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 9,8 \left(1 - \frac{1,2}{9,8} \right) = 7,12 \text{ (Дж)}$$

Активний процес пізнання починається саме з постановки задачі людиною, яку вона потім розв'язує, адже в житті задачі не бувають чітко сформульованими. Тому варто залучати учнів до складання задач на основі аналізу різних ситуацій. Це сприяє формуванню в них уявлень про реальні процеси та можливості їх моделювання.

Висновки. Доцільне, оптимально результативне використання декількох засобів моделювання (фізичного, математичного, комп'ютерного моделювання, моделювання задачної ситуації, моделювання розв'язування задачі) та встановлення послідовності їх застосування сприяє цілісному, системному, різнобічному вивченню об'єкта пізнання (явища чи процесу, заданого в умові задачі); логічному й поступовому досягненню результату, визначеного метою; підвищенню зацікавленості змістом навчального предмета «Фізика»; оптимальному розумовому, емоційному й фізичному навантаженню старшокласників, тобто, створенню нового дидактичного інструментарію, запровадження якого спричинюватиме не ускладнення діяльності учнів, а слугуватиме створенню оптимального варіанта результативного й динамічного здійснення старшокласником діяльності щодо розв'язування фізичних задач.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Miyer T., Holodiuk L., Omelchuk S., Savosh V., Bondarenko H., Rudenko N., Shpitsa R. (2021). ICT as a means of implementing thematic FIN-modeling in the organization of training in institutions of higher pedagogical and adult education. *AD ALTA. Journal of Interdisciplinary Research*. 11(1), Special XVIII, 26–32.
2. Головіна Н., Кобель Г. Задачі-моделі й моделі до задач. *Фізика та освітні технології*. 2021. № 2, С. 16–22.
3. Голодюк Л. С. Полідіяльнісний базис організації навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у навчанні математики : наук.-метод. Посіб. Кіровоград : КЗ КОШПО імені Василя Сухомлинського, 2011. 100 с.
4. Гончаренко С.У. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики. [С.У. Гончаренко, С.В. Коршак, А.І. Павленко та ін.]; за заг. ред. С.В. Коршака. Київ : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. 185с.
5. Калапуша Л.Р. Моделі в науці та навчальному процесі з фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 2007. № 1. С. 10-13, 2007. № 3. С. 13-17.
6. Калапуша Л.Р., Савош В. О., Мартинюк О. С. Організація самостійної діяльності учнів з фізики на основі використання елементів методу моделювання. *Фізика та астрономія в школі*. 2000. № 1. С. 17-21.
7. Кобель Г.П. Експериментальне вивчення законів збереження. *Навчальний фізичний експеримент у системі сучасних педагогічних технологій: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (3-5 червня 2016 року)*. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. С. 29-33.
8. Кобель Г.П., Савош В.О. Готовність учителя фізики до організації самостійного розв'язування старшокласниками фізичних задач засобами математичного моделювання. Професійний розвиток педагогів в умовах освіт-

нього середовища (теоретико-прикладний аспект) : колективна монографія/ за ред. П.С. Олешка, Н. М. Ткачук. Луцьк : КП ІАЦ «Волинський енергософт», 2019. С. 275-282.

9. Савош В. О. Теорія і практика розвитку готовності вчителів фізики до організації самостійної пізнавальної діяльності старшокласників засобами моделювання : навч.-метод. посіб. / В. О. Савош. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 252 с.

10. Офіційний звіт про проведення в 2021 році зовнішнього незалежно оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/ZVIT-ZNO_2021-Tom_2.pdf (дата доступу 20.11.2023).

REFERENCES:

1. Miyer T., Holodiuk L., Omelchuk S., Savosh V., Bondarenko H., Rudenko N., Shpitsa R. (2021). ICT as a means of implementing thematic FIN-modeling in the organization of training in institutions of higher pedagogical and adult education. *AD ALTA. Journal of Interdisciplinary Research*. 11(1), Special XVIII, 26–32.

2. Holovina N., & Kobel H. (2021). Zadachi-modeli y modeli do zadach [Model tasks and models for tasks]. *Fizyka ta osviti tekhnologii*. № 2. [in Ukrainian]

3. Holodiuk L. S. (2011) *Polidiiialnisnyi bazys orhanizatsii navchalno-piznavalnoi diialnosti uchniv 7-9 klasiv u navchanni matematyky [Multi-activity basis for the organization of educational and cognitive activities of 7-9 grade students in learning mathematics]*. Kirovohrad : KZ KOIPPO imeni Vasylia Sukhomlynskooho. [in Ukrainian]

4. Honcharenko S.U., Korshak Ye.V., Pavlenko A.I. ta in. (2004) *Rozviazuvannia navchalnykh zadach z fizyky: pytannia teorii i metodyky. [Solving educational problems in physics: issues of theory and methodology]*. Ye.V. Korshaka (Ed.). Kyiv : NPU imeni M.P. Drahomanova. [in Ukrainian]

5. Kalapusha L.R. (2007) Modeli v nauks ta navchalnomu protsesi z fizyky [Models in science and the educational process in physics]. *Fizyka ta astronomiia v shkoli*. № 1, № 3. [in Ukrainian]

6. Kalapusha L.R., Savosh V. O., Martyniuk O. S. (2000) Orhanizatsiia samostiinoi diialnosti uchniv z fizyky na osnovi vykorystannia elementiv metodu modeliuvannia [Organization of independent activity of students in physics based on the use of elements of the modeling method]. *Fizyka ta astronomiia v shkoli*. № 1. [in Ukrainian]

7. Kobel H.P. (2016) Eksperymentalne vyvchennia zakoniv zberezhennia [Experimental study of conservation laws]. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Navchalnyi fizychnyi eksperyment u systemi suchasnykh pedahohichnykh tekhnologii»*. Lutsk : Vezha-Druk. [in Ukrainian]

8. Kobel H.P., & Savosh V.O. (2019) Hotovnist uchytelia fizyky do orhanizatsii samostiinoho rozviazuvannia starshoklasnykamy fizychnykh zadach zasobamy matematychnoho modeliuvannia [The physics teacher's readiness to organize high school students' independent solving of physical problems by means of mathematical modeling]. *Profesiinyi rozvytok pedahohiv v umovakh osvithnoho seredovyshcha (teoretyko-prykladnyi aspekt)*. Lutsk : KPIATs «Volynenerhosoft». [in Ukrainian]

9. Savosh V. O. (2016) *Teoriia i praktyka rozvytku hotovnosti vchyteliv fizyky do orhanizatsii samostiinoi piznavalnoi diialnosti starshoklasnykiv zasobamy modeliuvannia [Theory and practice of developing the readiness of physics teachers to organize independent cognitive activities of high school students by means of modeling]*. Lutsk : Vezha-Druk. [in Ukrainian]

10. Ofitsiinyi zvit pro provedennia v 2021 rotsi zovnishnoho nezalezhno otsiniuvannia rezultativ navchannia, zdobutykh na osnovi povnoi zahalnoi serednoi osvity [Official report on the 2021 external independent assessment of learning outcomes obtained on the basis of full general secondary education]. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/ZVIT-ZNO_2021-Tom_2.pdf (data dostupu 20.11.2023). [in Ukrainian]

УДК 621.315.592

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-4>

Тетяна ЯЦИНЮК

аспірантка кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7288-3189>

SCOPUS-AUTHORID: 57658704300

Андрій КЕВШИН

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3581-8852>

SCOPUS-AUTHORID: 35422272900

Володимир ГАЛЯН

доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0066-7174>

SCOPUS-AUTHORID: 35422525700

Інна ІВАЩЕНКО

кандидат хімічних наук, професор кафедри хімії та технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9724-0737>

SCOPUS-AUTHORID: 7003831212

Віталій АРТЮХ

аспірант навчально-наукового фізико-технологічного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-6072>

Орися БЕРЕЗНЮК

аспірант кафедри хімії та технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

SCOPUS-AUTHORID: 57759248200

Анастасія ТАРАСЕНКО

студентка кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

Бібліографічний опис статті: Яцинюк, Т., Кевшин, А., Галян, В., Іващенко, І., Артюх, В., Березнюк, О., Тарасенко, А. (2023) Люмінесцентні властивості стекол $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ та $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ легованих ербієм та неодимієм. *Фізика та освітні технології*, 4, 28–34, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-4>

ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ СТЕКОЛ $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ ТА $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ ЛЕГОВАНИХ ЕРБІЄМ ТА НЕОДИМІЄМ

Халькогенідні стекла леговані рідкісноземельними металами володіють унікальними властивостями. Їх використовують як світловипромінюючі середовища у лазерній техніці, перемикачі, оптичні сенсори, для конструювання далекомірів у військовій техніці, моніторингу забруднення повітря тощо. Сульфуровмісні стекла, що досліджені в статті, характеризуються прозорістю у видимій ділянці спектра, а також ближньому та середньому спектральному діапазоні. Увівши в такі широкозонні напівпровідники домішки рідкісноземельних металів, можна отримати матеріали із заданими оптичними властивостями, зокрема із високим квантовим виходом випромінювання. У представленій роботі подано компонентний склад зразків, у матрицю яких можна було ввести 2% Nd_2S_3 та (1-4)% Er_2S_3 .

Розчин-розплавним методом синтезовано стекла $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Nd}_2\text{S}_3\text{-Er}_2\text{S}_3$ та $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3\text{-Nd}_2\text{S}_3\text{-Er}_2\text{S}_3$. При збудженні зразків за допомогою лазера з енергією 1,54 еВ зафіксовано смуги фотолюмінесценції у ближньому інфрачервоному діапазоні спектра. Максимуми випромінювання 1,16 та 0,92 еВ відповідають переходам ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ та ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ в f-оболонці іонів Nd^{3+} . Фотолюмінесценцію, яку пов'язуємо з іонами ербію, не зафіксовано. Положення та форма максимумів не змінюється при зміні концентрації рідкісноземельних металів. Збільшення вмісту ербію призводить до зменшення інтенсивності максимумів випромінювання. Цей ефект пов'язуємо із процесами обміну енергією між іонами Nd^{3+} та Er^{3+} при збільшенні концентрації останнього. На основі діаграми енергетичних рівнів в іонах неодимію обговорюється механізм збудження та випромінювання в іонах Nd^{3+} .

Виникнення інтенсивних смуг фотолюмінесценції в стеклах систем $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ та $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ легованих ербієм та неодимієм може бути використано для конструювання лазерів у близькому інфрачервоному діапазоні спектра.

Ключові слова: халькогенідне скло, фотолюмінесценція, ербій, неодимій, збуджений стан, релаксація.

Tetiana YATSYNIUK

Graduate student of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7288-3189>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57658704300

Andrii KEVSHYN

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3581-8852>

SCOPUS-AUTHOR ID: 35422272900

Volodymyr HALIAN

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0066-7174>

SCOPUS-AUTHOR ID: 35422525700

Inna IVASHCHENKO

candidate of chemical sciences, professor of the Department of Chemistry and Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9724-0737>

SCOPUS-AUTHOR ID: 7003831212

Vitalii ARTIUKH

graduate student of the educational and scientific physical and technological institute, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7785-6072>

Orysia BEREZNIUK

graduate student of the Department of Chemistry and Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

SCOPUS-AUTHOR ID: 57759248200

Anastasia TARASENKO

student of the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

To cite this article: Yatsyniuk, T., Kevshin, A., Halian, V., Ivashchenko, I., Artiukh, V., Berezniuk, O., Tarasenko, A. (2023) Luminestsentni vlastyvoli stekol Ag_2S-GeS_2 ta $Ag_2S-GeS_2-Sb_2S_3$ lehovanykh erbiem ta neodymiiem [Luminescent properties of glass Ag_2S-GeS_2 and $Ag_2S-GeS_2-Sb_2S_3$ doped with erbium and neodymium]. *Physics and educational technologies*, 4, 28–34, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-4>

LUMINESCENT PROPERTIES OF GLASS Ag_2S-GeS_2 AND $Ag_2S-GeS_2-Sb_2S_3$ DOPED WITH ERBIUM AND NEODYMIUM

Chalcogenide glasses doped with rare earth metals have unique properties. They are used as light-emitting media in laser technology, switches, optical sensors, for the construction of rangefinders in military equipment, air pollution monitoring, etc. The sulfur-containing glasses studied in the article are characterized by transparency in the visible part of the spectrum, as well as in the near and middle spectral range. By introducing rare earth metals impurities into such wide-gap semiconductors, it is possible to obtain materials with specified optical properties, in particular, with a high quantum yield of radiation. In the presented work, the composition of the samples, into the glass matrix of which 2% Nd_2S_3 and (1-4)% Er_2S_3 could be introduced, is given.

Glasses $Ag_2S-GeS_2-Nd_2S_3-Er_2S_3$ and $Ag_2S-GeS_2-Sb_2S_3-Nd_2S_3-Er_2S_3$ were synthesized by the solution-melt method. Photoluminescence bands in the near-infrared range of the spectrum were recorded when the samples were excited using a laser with an energy of 1.54 eV. The emission maxima of 1.16 and 0.92 eV correspond to transitions $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{11/2}$ and $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$ in f-shells of ions Nd^{3+} . Photoluminescence, which is associated with erbium ions, has not been recorded. The position and shape of the maxima does not change when the concentration of rare earth metals changes. An increase in the erbium content leads to a decrease in the intensity of the radiation maxima. We attribute this effect to the processes of energy transfer between Nd^{3+} and Er^{3+} ions when the concentration of the latter increases. Based on the diagram of energy levels in neodymium ions, the mechanism of excitation and emission in Nd^{3+} ions is discussed.

The emergence of intense photoluminescence bands in the Ag_2S-GeS_2 and $Ag_2S-GeS_2-Sb_2S_3$ systems glasses doped with erbium and neodymium can be used to design lasers in the near-infrared range of the spectrum.

Key words: Chalcogenide glass, photoluminescence, erbium, neodymium, excited state, relaxation.

Вступ. Халькогенідні стекла, леговані тривалентними рідкісноземельними іонами металів (РЗМ), широко досліджуються завдяки їхнім унікальним властивостям електронної структури. Вони перспективні для застосування як оптичні сенсори, активні середовища у лазерній техніці, телекомунікаціях та для біохімічних досліджень [1–3]. Сульфідні скла характеризуються високим показником заломлення (1,8–2,5), мають широкий інтервал прозорості у видимому та інфрачервоному спектральних діапазонах, а також проявляють нелінійно-оптичні властивості [4, 5, 8].

Люмінесцентні властивості в стеклах на основі сульфідних матриць проявляються лише при низьких температурах (менше 100 К). Це суттєво обмежує їх використання

в оптоелектронній техніці. Тому в склоутворюючу матрицю вводять іони РЗМ, які є оптично активними центрами випромінювання та проявляють хороші люмінесцентні властивості завдяки переходам в f-оболонці [9].

Синтез стекол, методика та техніка експерименту. Синтез проводили у вакуумованих до залишкового тиску $1,33 \times 10^{-2}$ Па кварцових контейнерах. Елементарні речовини відповідного складу, поміщені в кварцові контейнери, нагрівали зі швидкістю 20 К/год до 1100 К та витримували впродовж 24 год за температур 670 та 870 К для зв'язування сірки. При максимальній температурі зразки витримували 10 год. Після чого в режимі швидкого охолодження ампули зі сплавами гартували у 25-відсотковому водному розчині натрій хлориду

з подрібненим льодом [6]. Склоподібний стан зразків контролювався за результатами досліджень рентгенофазового аналізу (ДРОН 4-13, CuK α -випромінювання).

Дослідження спектрів фотолюмінесценції (ФЛ) проводили на базі монохроматора МДР-204 із використанням фотоприймача PbS. Збудження випромінювання здійснювалось із тієї ж поверхні зразка, що і приймання сигналу ФЛ.

Результати досліджень та обговорення.

Компонентний склад синтезованих стекел подано в таблиці 1. Ми дослідили спектри ФЛ в інфрачервоному діапазоні 1000-1500 нм (рис. 1, 2).

Збудження ФЛ проводили діодним лазером із максимальною енергією випромінювання 1,54eV та потужністю 400 мВт.

Спектри характеризується двома максимумами випромінювання – 1,16 eV, та 0,92 eV., які відповідають переходам $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{11/2}$ та $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$ в іонах Nd $^{3+}$, відповідно. Зауважимо, що додавання компоненти Sb $_2$ S $_3$ призводить до зменшення інтенсивності ФЛ.

На рис. 3 подано діаграму енергетичних рівнів в іонах Nd $^{3+}$ та відповідні переходи. При збудженні зразків світлом із енергією випромінювання 1,54 eV іони неодимію переходять зі стану $^4I_{9/2}$ в стан $^4F_{5/2}$. Після безвипромінювальної релаксації зі стану $^4F_{5/2}$ в стан $^4F_{3/2}$ іони

Таблиця 1

Компонентний склад досліджених зразків

Система	Ag $_2$ S	GeS $_2$	Sb $_2$ S $_3$	Nd $_2$ S $_3$	Er $_2$ S $_3$
Ag $_2$ S-GeS $_2$ -Nd $_2$ S $_3$ -Er $_2$ S $_3$	50	47	0	2	1
	50	47	0	2	2
	50	45	0	2	3
	50	44	0	2	4
Ag $_2$ S-GeS $_2$ -Sb $_2$ S $_3$ -Nd $_2$ S $_3$ -Er $_2$ S $_3$	20	60	17	2	1
	20	60	16	2	2
	20	60	15	2	3
	20	60	14	2	4

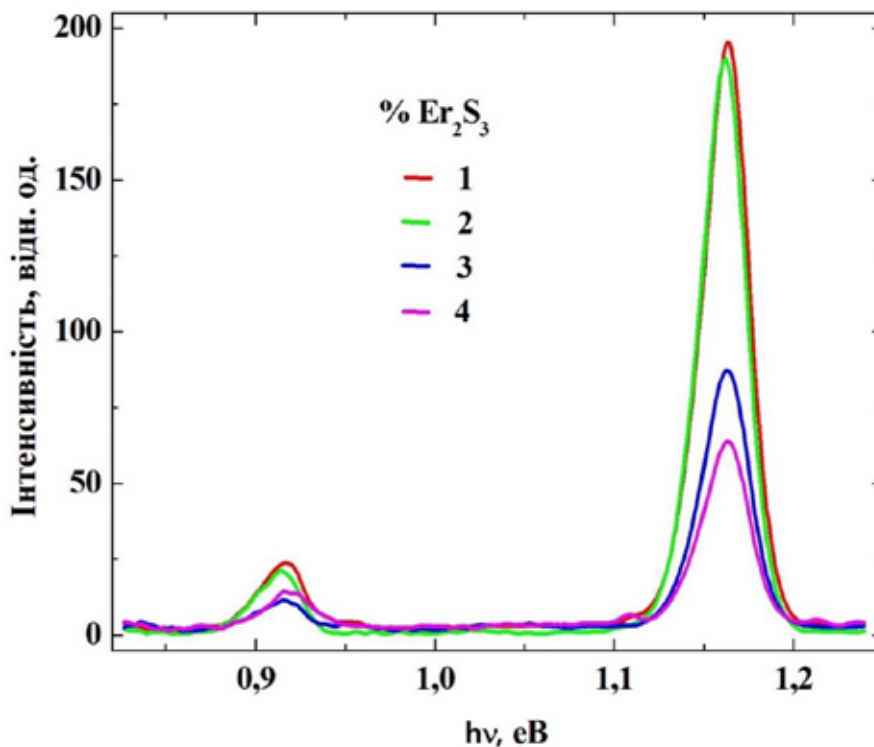


Рис. 1. Спектри ФЛ стекел Ag $_2$ S-GeS $_2$ -Nd $_2$ S $_3$ -Er $_2$ S $_3$

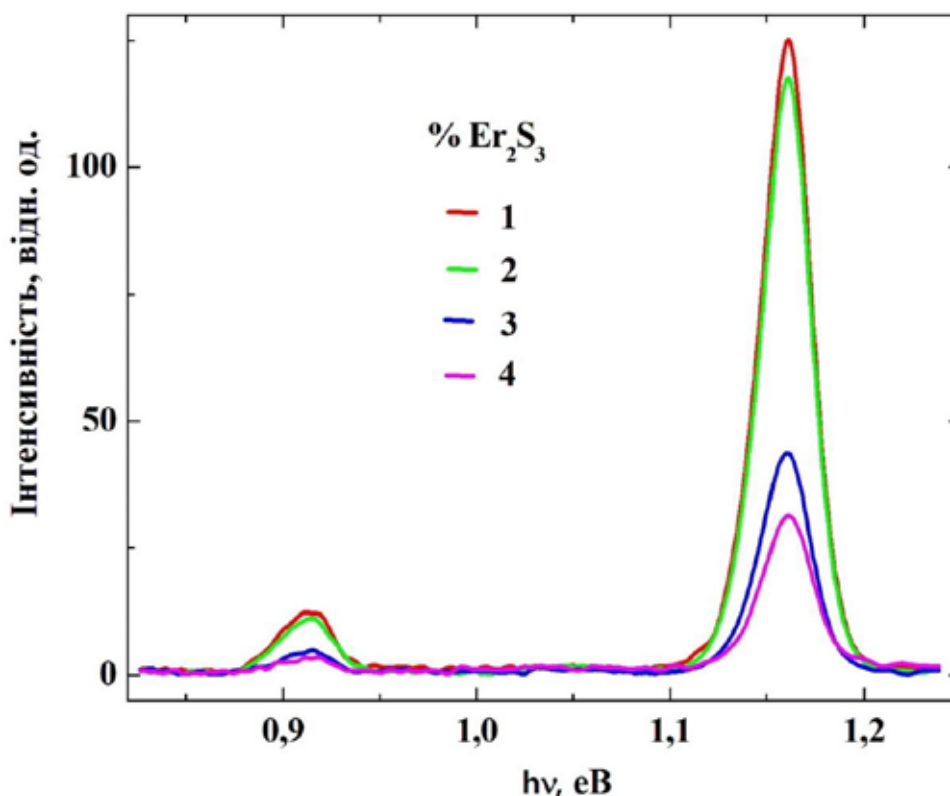


Рис. 2. Спектри ФЛ стекол $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3\text{-Nd}_2\text{S}_3\text{-Er}_2\text{S}_3$

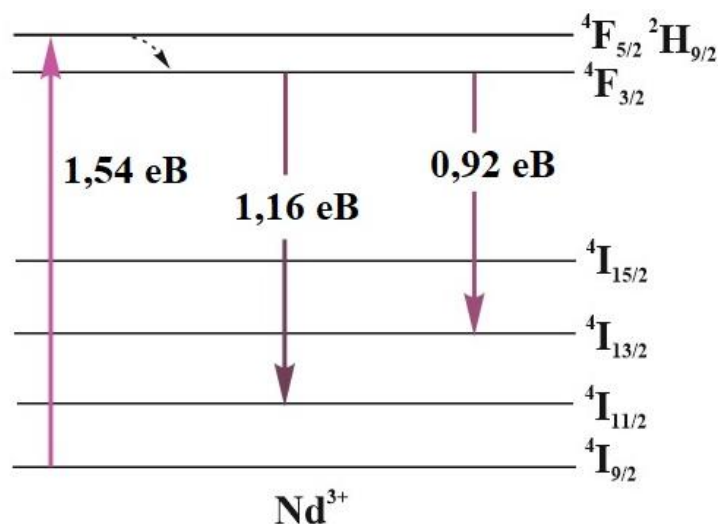


Рис. 3. Діаграма енергетичних рівнів в іоні Nd^{3+}

Nd^{3+} випромінюють інтенсивну смугу ФЛ із максимумом 1,16 eV, переходячи в стан $^4\text{I}_{11/2}$. Крім того, перехід іонів зі стану $^4\text{F}_{3/2}$ в стан $^4\text{I}_{13/2}$ супроводжується випромінюванням із енергією 0,92 eV.

Зауважимо, що в експериментальних дослідженнях не зафіксовано ФЛ, яка

пов'язана з іонами Er^{3+} . Збільшення вмісту ербію призводить до зменшення інтенсивності смуг ФЛ, які пов'язані з іонами Nd^{3+} . Це обумовлено тим, що при вищій концентрації ербію сусідні іони Nd^{3+} та Er^{3+} можуть обмінюватись енергією внаслідок меншій відстані між ними [7]. Отже, при збільшенні

концентрації ербію відбувається енергетичний трансфер від іонів Nd^{3+} , які знаходяться в стані ${}^4\text{F}_{3/2}$ до іонів Er^{3+} , що знаходяться в стані ${}^4\text{I}_{15/2}$. У результаті такої взаємодії іони ербію переходять в стан ${}^4\text{I}_{11/2}$, а іони неодимію в стан ${}^4\text{I}_{9/2}$. Відсутність смуг ФЛ, які пов'язані з іонами ербію в дослідженому спектральному діапазоні, обумовлено домінуванням без випромінюючих переходів в іонах Er^{3+} в стеклах $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ та $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$, які леговані неодимом та ербієм.

Висновки. Синтезовано халькогенідні скло-подібні сплави $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ та $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ із додаванням 2% Nd_2S_3 та (1-4)% Er_2S_3 . Збуджуючи зразки лазером із енергією 1,54 еВ, зафіксовано смуги ФЛ із максимумами 1,16 та 0,92 еВ. При збільшенні вмісту ербію інтенсивність ФЛ зменшується, що пов'язано із енергетичним трансфером між сусідніми іонами Er^{3+} та Nd^{3+} . Механізм випромінювання проілюстровано на основі діаграми енергетичних переходів в іонах Nd^{3+} .

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кумар К. Сильне синє випромінювання іонів Pr^{3+} через процес передачі енергії від Nd^{3+} до Pr^{3+} через Yb^{3+} у телуритовому склі / К. Кумар, С.Б. Рай, А. Рай // *Спектрохімія Акта А.* – 2008 – № 71(2). – С. 508–512.
2. Нурхафіза Х. $\text{Er}^{3+}:\text{Nd}^{3+}$ залежні від концентрації спектральні особливості аморфного середовища літій-ніобат-телурит / Х. Нурхафіза, М.С. Рохані, С.К. Гошал // *Журнал некристалічних твердих речовин.* – 2016. – № 443. – С. 23–32.
3. Кітик І. В. Особливості NIR та видимої люмінесценції легованого ербієм $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ / І. В. Кітик, В. В. Галян, В.О. Юхимчук, В.В. Стрельчук, І.А. Іващенко, Я. Жидачевський та інші // *Журнал некристалічних твердих речовин.* – 2018. – Вип. 498. – С. 380–385.
4. Хагерл З. Спектри люмінесценції та оптичні властивості стекел $\text{TeO}_2\text{-WO}_3\text{-Li}_2\text{O}$, легованих рідкоземельними іонами Nd, Sm та Er / З. Хагерл, Р. Ель-Маллавані, А. Булу // *Фізика Б* – 2011. – № 406. – С. 972–980.
5. Ель Наггар А.М. Дослідження нелінійно-оптичних властивостей скла $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ для оптоелектронних застосувань / А.М. Ель Наггар, А.А. Альбассам, Г. Лакшмінараяна, В.В. Хальян В.В, Іващенко І.А., Кевшин А.Г. // *Фізика і хімія скла.* – 2019 – № 45. – С. 467–471.
6. Березнюк, О. Склоутворення в квазіпотрійних системах $\text{A}^1\text{S-B}^{\text{IV}}\text{S}_2\text{-C}^{\text{V}}\text{S}_3$ ($\text{A}^1\text{-Cu, Ag; B}^{\text{IV}}\text{-Ge, Sn, C}^{\text{V}}\text{-As, Sb}$) / О. Березнюк, І. Петрусь, О. Смітюх, І. Олексеюк // *Проблеми хімії та сталого розвитку* – 2021. – № 4. – С. 3–10.
7. Галян В.В. Синтез та понижувальна фотолюмінесценція легованих ербієм халькогеногенідних стекел систем $\text{AgCl(I)-Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ / В.В. Галян, В.О. Юхимчук, І.А. Іващенко, В.С. Козак, П.В. Тищенко, І.Д. Олексеюк // *Прикладна оптика* – 2021. – № 60. – С. 5285–5290.
8. Чиллісі Е.Ф. $\text{Er}^{3+}\text{-Tm}^{3+}\text{co-legend}$ телуритові волокна для широкопального оптичного волоконного підсилювача навколо діапазону 1550 нм, / Е. Ф. Чиллісі, Е. Родрігес, А. А. Р. Невес, В.К. Морейра, К.Л. Цезар, Л.Ц. Барбоза // *Технологія оптичного волокна.* – 2006. – С. 185-195.
9. Коугія К. Фотолюмінесценція в стеклах Ge-Ga-Se , легованих Er / К. Коугія, М. Мунзар, Д. Тончев, Ч. Дж. Хауген, Р.Г. Декорбі, Дж.Н. МакМаллін та інші // *Журнал люмінесценції* – 2005. – С. 92-96

REFERENCES:

1. Kumar K., Rai S.B., Rai A. (2008). Strong blue emission from Pr^{3+} ions through energy transfer process from Nd^{3+} to Pr^{3+} via Yb^{3+} in tellurite glass, *Spectrochim. Acta A* 71, 508–512. [in Ukrainian]
2. Nurhafizah H., Rohani M.S., Ghoshal S.K. (2016). $\text{Er}^{3+}:\text{Nd}^{3+}$ concentration dependent spectral features of lithium-niobate-tellurite amorphous media] *J. Non-Cryst. Solids*, 443, 23–32. [in Ukrainian]
3. Kityk I. V., Halyan V. V., Yukhymchuk V. O., Strelchuk V.V., Ivashchenko I. A., Zhydachevskii Ya., et al. (2018) Osoblyvosti NIR ta vydymoi liuminestsentsii lehovanoho erbiem $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ [NIR and visible luminescence features of erbium doped $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$]. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 498, 380–385. [in Ukrainian]
4. Hagerl Z., El-Mallawany R., Bulou A. (2011). Spektury liuminestsentsii ta optychni vlastyivosti stekol $\text{TeO}_2\text{-WO}_3\text{-Li}_2\text{O}$, lehovanykh ridkozemelnyimi ionamy Nd, Sm ta Er [Luminescence spectra and optical properties of $\text{TeO}_2\text{-WO}_3\text{-Li}_2\text{O}$ glasses doped with Nd, Sm and Er rare earth ions], *Physica B*, 406, 972–980. [in Ukrainian]
5. El Naggar A.M., Albassam A.A., Lakshminarayana G., Halyan V. V., I.A. Ivashchenko, A.H. Kevshyn (2019). Doslidzhennia neliniino-optychnykh vlastyvostei skla $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ dlia optoelektronnykh zastosuvan [Exploration of Nonlinear Optical Features of $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-La}_2\text{S}_3$ Glasses for Optoelectronic Applications]. *Glass Physics and Chemistry*, 45, 467–471. [in Ukrainian]

6. Bereznyuk O., Petrus I., Smityukh O., Olekseiuk I. (2021). Skloutvorennia v kvazipotriinykh systemakh $A_2^I S-B^{IV}S_2-C_2^V S_3$ ($A^I-Cu, Ag; B^{IV}-Ge, Sn, C^V-As, Sb$). [Glass formation in quasi-ternary systems $A_2^I S-B^{IV}S_2-C_2^V S_3$ ($A^I-Cu, Ag; B^{IV}-Ge, Sn, C^V-As, Sb$)]. *Problemy khimii ta staloho rozvytku – Problems of chemistry and sustainable development*, 4, 3–10. [in Ukrainian]
7. Halyan V.V., Yukhymchuk V.O., Ivashchenko I.A., Kozak V.S., Tyshchenko P.V., Olekseyuk I.D. (2021). Syntez ta ponyzhuvalna fotoluminesentsiia lehovanykh erbiem khalkoholohenidnykh stekol system $AgCl(I)-Ga_2S_3-La_2S_3$ [Synthesis and downconversion photoluminescence of Erbium-doped chalcogenide glasses of $AgCl(I)-Ga_2S_3-La_2S_3$ systems]. *Applied Optics*, 60, 5285–5290. [in Ukrainian]
8. Chillce E.F., Rodriguez E., Neves A.A.R., Moreira W.C., César C.L., Barbosa L.C.(2006). $Er^{3+}-Tm^{3+}$ co-legged telurytovi volokna dlia shyrokosmuhovoho optychnoho volokonnoho pidsyliuvacha navkolo diapazonu 1550 nm [$Er^{3+}-Tm^{3+}$ co-doped tellurite fibers for broadband optical fiber amplifier around 1550 nm band], *OpticalFiberTechnology*, 2006, 185-195. [in Ukrainian]
9. Koughia K., Munzar M., Tonchev D., Haugen C.J., Decorby R.G., McMullin J.N., et al (2005). Fotoluminesentsiia v steklakh $Ge-Ga-Se$, lehovanykh Er [Photoluminescence in Er-doped $Ge-Ga-Se$ glasses], *Journal of Luminescence*, 92-96. [in Ukrainian]

УДК 378.147:37.017

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-5>

Світлана ЯЦЮК

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загальної математики та методики навчання інформатики, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8369-6060>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57221874892

Валентина ЮНЧИК

старший викладач кафедри загальної математики та методики навчання інформатики, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3500-1508>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57218347265

Олег МАЗУРЧУК

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри здоров'я і фізичної культури, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

Інна МИКИТЮК

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри загальної математики та методики навчання інформатики, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6566-2529>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57221868500

Бібліографічний опис статті: Яцюк, С., Юнчик, В., Мазурчук О., Микитюк І. (2023). Основні аспекти розробки освітньо-професійної програми. *Фізика та освітні технології*, 4, 35–44, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-5>

ОСНОВНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ

Дослідження спрямоване на розуміння та визначення важливих аспектів цього складного процесу розробки освітніх програм з метою підвищення якості освіти та підготовки студентів до викликів сучасного суспільства та ринку праці. Основні аспекти дослідження включають:

1. Визначення конкретних цілей та завдань, які передбачається вирішити через впровадження освітньо-професійної програми.
2. Вивчення та аналіз сучасних тенденцій у галузі освіти та професійної підготовки для забезпечення актуальності та відповідності програми поточним потребам суспільства та ринку праці.
3. Розгляд різних методологій та підходів до розробки освітніх програм, включаючи конструктивістські, компетентнісні та інші методи.
4. Визначення мети та завдань програми. Уточнення мети та завдань освітньо-професійної програми, визначення основних компетенцій, які мають бути сформовані у здобувачів освіти.
5. Вивчення підходів до залучення роботодавців, представників галузі та інших зацікавлених сторін до процесу розробки програми.
6. Аналіз доступності ресурсів для реалізації програми, включаючи кадрові, фінансові та матеріальні ресурси.
7. Розробка критеріїв та інструментів для оцінки ефективності програми, включаючи моніторинг випускників та їхніх успіхів на ринку праці.
8. Розгляд можливостей для гнучкості та адаптабельності програми, щоб вона враховувала зміни в галузі та суспільстві.
9. Вивчення можливостей впровадження інноваційних методів навчання, технологій та педагогічних підходів у програму.
10. Розробка стратегій та механізмів для забезпечення високої якості програми та постійного її вдосконалення.

Дослідження цих аспектів допомагає створити ефективні та адаптовані до потреб сучасності освітньо-професійні програми, які сприяють успіху студентів та відповідають викликам сучасного суспільства

Ключові слова: освітньо-професійна програма, освітній процес, професійна підготовка, методологія розробки, компетентнісний підхід, взаємодія з роботодавцями, ресурсне забезпечення, оцінка ефективності, моніторинг випускників, гнучкість та адаптабельність, інновації в освіті, управління якістю.

Svitlana YATSIUK

Candidate's of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of General Mathematics and Methods of Teaching Computer Science, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8369-6060>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57221874892

Valentina YUNCHIK

Senior Lecturer of the Department of General Mathematics and Methods of Teaching Computer Science, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: 0000-0003-3500-1508

SCOPUS-AUTHOR ID: 57218347265

Oleg MAZURCHUK

Candidate of Sciences in Physical Education and Sports, Associate Professor of the Department of Health and Physical Culture, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

Inna MYKYTYUK

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of General Mathematics and Methods of Teaching Computer Science, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6566-2529>

SCOPUS-AUTHOR ID: 57221868500

To cite this article: Yatsiuk, S., Yunchik, V., Mazurchuk, O., Mykytyuk, I. (2023). Osnovni aspekty rozrobky osvitno-profesiinoi prohramy [Main aspects of development educational and professional program]. *Physics and Educational Technology*, 4, 35–44, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2023-4-5>

MAIN ASPECTS OF DEVELOPMENT EDUCATIONAL AND PROFESSIONAL PROGRAM

The research is aimed at understanding and defining important aspects of this complex process in order to improve the quality of education and prepare students for the challenges of modern society and the labor market. The main aspects of the study include:

1. *Determination of concrete aims and tasks that it is envisaged to decide through introduction of the educationally-professional program.*

2. *A study and analysis of modern tendencies are in industry of education and professional preparation for providing of actuality and accordance of the program to the current necessities of society and labour-market.*

3. *Consideration of different methodologies and going near educational program development, including a constructivism, компетенційні and other methods.*

4. *Determination of aim and tasks of the program. Clarification of aim and tasks of the educationally-professional program, determinations of basic competences, that must be formed for the bread-winners of education.*

5. *A study of going is near bringing in of employers, representatives of industry and other parties concerned to the development of the program process.*

6. *Analysis of availability of resources for realization of the program, including to the shot, financial and material resources.*

7. *Development of criteria and instruments for the estimation of program efficiency, including possibilities for flexibility and адаптабельності program, that she took into account changes in industry and society.*

8. *Consideration of opportunities for flexibility and adaptability of the program to accommodate changes in industry and society.*

9. *A study of possibilities of introduction of innovative methods of studies, technologies and pedagogical approaches in the program.*

10. *Development of strategies and mechanisms to ensure high quality of the program and its continuous improvement.*

The study of these aspects helps to create effective and adapted to the needs of modern educational and professional programs that contribute to the success of students and meet the challenges of modern society

Key words: *educational and professional program, educational process, professional training, development methodology, competence approach, interaction with employers, resource provision, performance evaluation, monitoring of graduates, flexibility and adaptability, innovations in education, quality management.*

Актуальність проблеми. Для того щоб створити конкурентноспроможну освітньо-професійну програму, яка відповідає вимогам сучасного світу, необхідно здійснювати аналіз відповідних освітніх програм як вітчизняних, так і закордонних. Зміни в технологіях, економіці, соціальних структурах та інших галузях життя суспільства вимагають постійного перегляду та оновлення програм, щоб забезпечити студентам знання та навички, які є потрібними для їхнього успіху у професійній кар'єрі.

Аналіз наукових досліджень. В. Захарченко у методичних рекомендаціях щодо розробки освітніх програм аналізує теоретичні основи студентоцентрованого навчання, методологію побудови студентоцентрованої освітньої програми, профіль освітньої програми, освітні програми та рівні, ступені й кваліфікації вищої освіти, кваліфікаційні рівні Національної рамки кваліфікацій та Європейських метарамок, освітні програми та переліки галузей знань і спеціальностей та спеціалізації, освітні програми і стандарти вищої освіти, присвоєння кваліфікацій випускникам вищих навчальних закладів. Л. Раскола надає основні поради щодо розробки та створення освітніх програм. З урахуванням твердих переконань Л. Загородньої у важливості якісної освіти, особливо у зв'язку з переконанням, що якість освіти залежить від якісної підготовки педагогічних працівників, включаючи майбутніх керівників освітніх установ, був проведений комплексний аналіз стану фахової підготовки магістрів в українських вищих навчальних закладах. В результаті аналізу було визначено ряд методичних рекомендацій щодо формування готовності майбутніх керівників освітніх закладів до забезпечення якості освітнього процесу. О. Лебідь, оцінюючи особливості формування змісту професійної освіти майбутніх управлінців, визначила загальні вимоги до змісту підготовки магістрів.

Цінним в контексті дослідження є доповідь американських вчених G. Bottoms, K. Neill, B. Fry, D. Hill, в якій автори розкривають шість стратегій модернізації освітніх програм для підготовки висококваліфікованих керівників освітніх закладів. Визначені стратегії залишаються актуальними і в умовах вітчизняної професійної освіти. Проведено огляд наукових джерел інших авторів, але в жодному з них не наводяться аспекти важливості аналізу освітньо-професійних програм вітчизняних та закордонних закладів вищої освіти.

Роботи вищевказаних авторів стали методологічною основою нашого дослідження.

Мета дослідження полягає в розкритті ключових етапів, принципів та факторів, які визначають успішний процес розробки та впровадження освітньо-професійних програм.

Основний виклад матеріалу. З досвіду перегляду освітніх програм, а також проведення акредитаційних експертиз, розглянемо основні аспекти важливості аналізу освітніх програм.

Спрямованість на практику. Аналіз практичних аспектів освітніх програм є ключовим елементом для забезпечення ефективності та реалізованості навчання та дозволяє визначити, наскільки освітні програми враховують практичні аспекти професійної діяльності та чи готують вони здобувачів освіти до реальних викликів. Розглянемо важливі аспекти, які важливо враховувати:

1. Практичні заняття та відкритий доступ до ресурсів (Яцюк, 17, 114). Аналізується, наскільки програми передбачають практичні заняття, лабораторні роботи, стажування та інші форми практичного навчання. Важливо також визначити, чи є доступ до реальних професійних ресурсів та обладнання.

2. Проектно-орієнтоване навчання. Аналізується, чи програми включають проекти та завдання, що моделюють реальні виклики та ситуації з професійного життя (Яцюк, 16, 178).

Це сприяє розвитку практичних навичок та творчого мислення.

3. Співпраця з працедавцями та промисловість. Аналіз визначає, наскільки програми взаємодіють із підприємствами та промисловістю, чи є партнерства для забезпечення актуальності навчання та можливостей працевлаштування.

4. Кейс-стаді та сценарії. Аналізується, чи використовуються кейси та сценарії, які відтворюють ситуації з реального життя, що допомагає студентам розвивати аналітичні навички та приймати рішення в реальних умовах.

5. Підтримка від працівників промисловості. Аналіз включає в себе роль фахівців з промисловості у навчанні, консультуванні та оцінці навчальних програм, забезпечуючи їхню актуальність.

6. Моделі симуляції (Яцюк, 20, 93-95). Важливо визначити, чи використовуються сучасні технології для створення симуляцій та віртуальних середовищ, які дозволяють здобувачам освіти орієнтуватися в реальних сценаріях.

Аналіз практичних аспектів допомагає переконатися, що освітні програми не лише передають теоретичні знання, а й розглядають справжні виклики, які здобувачі освіти можуть зустріти в своїй професійній діяльності. Це робить освіту більш реалістичною та корисною для подальшого використання у роботі.

Для сучасних освітньо-професійних програм важливою є гнучкість та індивідуалізація. Зміна вимог ринку праці може вимагати гнучкості у структурі та змісті освітніх програм, а також можливостей індивідуальної адаптації для здобувачів освіти. Основними аспектами, які підкреслюють важливість гнучкості та індивідуальної адаптації в освіті вважаємо:

1. Актуальність компетенцій (Мельник, 3, 404-408). Гнучкість дозволяє швидко оновлювати та адаптувати навчальні програми, щоб вони відповідали новітнім тенденціям та вимогам ринку праці. Сучасні технології, методи роботи та інші аспекти професійної діяльності можуть швидко змінюватися, і освітні програми повинні бути готові до цих змін.

2. Індивідуалізований підхід (Мізіук, 6, 172-174). Можливість індивідуальної адаптації дозволяє здобувачам освіти обирати курси, спрямовані на їхні індивідуальні потреби та професійні цілі. Це важливо, оскільки кожен студент має унікальні інтереси та кар'єрні амбіції.

3. Розвиток м'яких навичок. Гнучкість в освітніх програмах дозволяє включати в себе розвиток м'яких навичок, таких як комунікація, креативність та критичне мислення, які стають все більш важливими для успіху в будь-якій сфері праці.

4. Постійне навчання. Гнучкість також підтримує концепцію постійного навчання, де здобувачі освіти можуть знову входити в систему навчання для оновлення своїх навичок і знань протягом усього життя.

5. Зворотний зв'язок від роботодавців. Гнучкість у структурі програм дозволяє легше взаємодіяти з роботодавцями, забезпечуючи зворотний зв'язок та актуальність для практичної професійної діяльності. Гнучкість у навчальних програмах є важливою для забезпечення відповідності освіти сучасним вимогам і надає здобувачам освіти необхідні знання та навички для ефективного функціонування на ринку праці. Це також визначає підготовку здобувачів освіти до гнучкої та адаптивної кар'єри в майбутньому.

6. Врахування мультидисциплінарних аспектів може збагатити освітні програми, допомагаючи здобувачам освіти розуміти проблеми та розв'язувати їх з різних перспектив. Мультидисциплінарні аспекти в освітніх програмах є важливим стратегічним кроком для розширення розуміння здобувачів освіти та підготовки їх до творчого та комплексного розв'язання реальних проблем. Також дозволяє здобувачам освіти дивитися на проблеми та завдання з різних наукових, технічних, соціальних та гуманітарних перспектив. Це розширює їхній розумовий горизонт і допомагає бачити взаємозв'язки між різними сферами знань. Здобувачі освіти, які отримують мультидисциплінарну освіту, здатні синтезувати інформацію з різних джерел і застосовувати її для розв'язання складних завдань. Це розвиває їхню здатність до аналізу та критичного мислення. Мультидисциплінарний підхід сприяє розвитку творчих та інноваційних здібностей. Здобувачі освіти навчаються доповнювати та поєднувати ідеї з різних областей для створення новаторських рішень. Робота в мультидисциплінарних групах розвиває комунікативні навички студентів, оскільки вони повинні ефективно спілкуватися з колегами, які представляють різні галузі знань. Мультидисциплінарний підхід

готує студентів до роботи в різних середовищах та на різних професійних рівнях, роблячи їх більш адаптованими до змін у світі праці. Співпраця з представниками різних дисциплін навчає студентів розуміти та приймати ризики, що може бути корисним в умовах мінливого соціально-економічного середовища. Мультидисциплінарний підхід у навчанні відображає складність сучасного світу та розвиток освіти в напрямку підготовки гнучких та творчих фахівців, які можуть ефективно працювати в різних галузях та спілкуватися з різними спеціалістами (Муляр, 7, 61-69).

Активна залученість здобувачів освіти є ключовим аспектом успішного навчання, оскільки стимулює їх активність, зацікавленість та поглиблення знань. Аналіз ефективних методів залучення визначає стратегії, які забезпечують не лише передачу інформації, а й активну участь та залучення студентів до навчання. Ось деякі важливі аспекти цього процесу:

1. Практика та стажування (Миرونчук, 5, 79-83). Залучення здобувачів освіти до практичної діяльності та стажування дозволяє їм застосовувати теоретичні знання в реальних ситуаціях. Це сприяє засвоєнню матеріалу та розвитку практичних навичок.

2. Проекти та групова робота. Залучення здобувачів освіти до проектів та групової роботи створює можливості для співпраці, обміну ідеями та вирішення завдань. Це також розвиває комунікативні та організаційні навички.

3. Інтерактивні лекції та дискусії. Застосування інтерактивних методів навчання, таких як обговорення, питання-відповідь та взаємодія з матеріалом, стимулює участь здобувачів освіти та робить навчання більш захоплюючим.

4. Використання технологій. Використання сучасних технологій, таких як віртуальна реальність, онлайн-платформи та інші інтерактивні інструменти, може зробити навчання більш доступним та захоплюючим для здобувачів освіти.

5. Залучення до наукових досліджень. Стимулювання участі здобувачів освіти у наукових дослідженнях та проєктах дозволяє їм активно співпрацювати з науково-педагогічними працівниками, розвивати аналітичні навички та здобувати нові знання.

6. Формування позитивного середовища. Створення позитивного та підтримуючого

навчального середовища, де здобувачі освіти відчувають свою важливість та значущість, позитивно впливає на їхню мотивацію та активність.

7. Зворотній зв'язок. Забезпечення системи зворотного зв'язку дозволяє здобувачам освіти висловлювати свої думки, давати пропозиції та взаємодіяти з процесом навчання.

Загалом, активна залученість здобувачів освіти створює позитивний вплив на їхню мотивацію та готовність вивчати матеріал, роблячи навчання ефективним і приємним процесом.

Оцінка результатів є важливим етапом в управлінні освітнім процесом, і вона сприяє забезпеченню якості навчання та досягненню поставлених цілей. Аналіз програм допомагає встановлювати метрики успіху та ефективності освітнього процесу, надаючи інформацію для подальших удосконалень. Ось кілька аспектів оцінки результатів:

1. Стандарти досягнень. Визначення чітких стандартів та очікуваних результатів, які здобувачі освіти повинні досягти в кінці програми. Це може бути виражено в формі конкретних компетенцій, знань чи навичок.

2. Тестування та оцінка. Використання різноманітних методів тестування та систем оцінювання для вимірювання рівня засвоєння матеріалу здобувачами освіти. Це може включати письмові екзамени, практичні завдання, проєкти та інші форми оцінювання.

3. Портфелі студентів. Використання портфелів здобувачів освіти, що містять їхні роботи, проєкти, рефлексії та інші відображення навчання як інструменту для оцінювання особистого розвитку та прогресу.

4. Спрямованість на використання навичок. Оцінка не лише засвоєння теоретичних знань, а й можливості студентів застосовувати ці знання у практичних ситуаціях та розв'язувати реальні проблеми.

5. Зворотний зв'язок від студентів. Аналіз зворотного зв'язку від здобувачів освіти стосовно якості навчання, якості матеріалів та методів викладання. Це дозволяє отримати перспективу та вносити необхідні зміни.

6. Динаміка успішності. Спостереження за динамікою успішності здобувачів освіти на протязі років навчання для визначення, наскільки ефективним є навчальний процес та чи відбувається прогрес.

7. Випускний рівень. Визначення рівня підготовки випускників та їхню готовність до входу в професійну сферу. Це може включати оцінку трудового випробування, успішність випускників на ринку праці та їхні подальші досягнення.

Оцінка результатів є невід'ємною частиною управління якістю освітнього процесу. Вона надає об'єктивну інформацію для удосконалення програм, забезпечуючи високий рівень якості освіти та готовність випускників до подальшої професійної діяльності.

Адаптація освітніх програм до змін в середовищі та ринку праці визначається необхідністю забезпечення здобувачів освіти отримувати актуальні та релевантні знання, навички та компетенції для успішного функціонування у сучасному професійному оточенні. Виділимо ключові аспекти цього процесу:

1. Моніторинг та прогнозування трендів (Яцюк, 20, 93-95). Моніторинг та прогнозування трендів є важливими елементами стратегічного управління освітніми програмами. Освітні установи повинні бути в постійному контакті зі змінами у суспільстві, економіці та технологіях, щоб забезпечити актуальність та ефективність навчання. Серед основних аспектів моніторингу та прогнозування трендів є спостереження за змінами у вимогах ринку праці, виявлення нових професій та компетенцій, що стають важливими, і адаптація навчальних програм для відповіді на ці потреби.

2. Технологічні інновації. Слідкування за технологічними трендами та інноваціями, такими як штучний інтелект, розширена реальність, блокчейн та інші, інтеграція цих аспектів у навчальні програми.

3. Демографічні зміни. Аналіз демографічних змін та їх впливу на структуру студентського контингенту, врахування різноманітності та потреб різних груп.

4. Глобалізація. Врахування глобальних тенденцій та потреб, щоб підготувати здобувачів освіти до роботи в міжнародному середовищі, розширення міжнародного співробітництва.

5. Соціокультурні зрушення. Розуміння соціокультурних змін, що можуть вплинути на освітні програми, та врахування цих зрушень у формуванні змісту навчання.

6. Екологічні та сталість питання. Реагування на зростаючу увагу до екологічних та сталісних

аспектів у суспільстві, включення в навчальні програми відповідних змістових елементів.

7. Освітні технології. Дослідження нових методів та технологій навчання, використання онлайн-ресурсів, ігрових технологій та інших інновацій у педагогіці.

8. Конкурентоспроможність. Оцінка конкурентоспроможності освітнього закладу, визначення його сильних та слабких сторін та розробка стратегій для підвищення якості та привабливості навчання.

Моніторинг та прогнозування трендів дозволяють освітнім установам бути гнучкими та адаптивними до змін у сучасному світі, забезпечуючи високий рівень підготовки студентів до викликів майбутнього.

Важливим є залучення експертів та практиків. Включення в програми експертів зі сфери практики та впровадження їхнього досвіду в освітній процес дозволяє забезпечити здобувачам освіти оновлені та практичні знання.

Впровадження сучасних технологій та методів навчання, таких як віртуальна реальність, штучний інтелект та онлайн-навчання, допомагає забезпечити здобувачам освіти доступ до передових інструментів та знань. Технологічна інтеграція в освітні програми відіграє важливу роль у створенні інноваційного та ефективного середовища навчання. Впровадження сучасних технологій та методів навчання привносить численні переваги для здобувачів освіти та навчальних закладів. Серед важливих аспектів технологічної інтеграції виділимо:

1. Доступність до інформації. Використання онлайн-ресурсів та електронних платформ надає здобувачам освіти швидкий та легкий доступ до великого обсягу інформації з будь-якого місця та у будь-який час.

2. Інтерактивність та залучення. Використання інтерактивних технологій, таких як віртуальна реальність або інтерактивні додатки, стимулює активність та зацікавленість здобувачів у навчальному процесі.

3. Індивідуалізоване навчання. Використання адаптивних технологій дозволяє адаптувати навчальний матеріал до індивідуальних потреб та рівня засвоєння кожного здобувача освіти.

4. Онлайн-співпраця та групова робота. Впровадження онлайн-інструментів для

співпраці та групової роботи дозволяє здобувачам працювати разом, навіть якщо вони знаходяться в різних частинах світу.

5. Застосування штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту для індивідуалізованого оцінювання, забезпечення зворотного зв'язку та підтримки навчання в режимі реального часу.

6. Електронні підручники та ресурси. Заміна традиційних підручників електронними варіантами та використання цифрових ресурсів для забезпечення оновлення та актуальності інформації.

7. Віддалені форми навчання. Розвиток онлайн-курсів та віддалених форм навчання дозволяє студентам здобувати освіту з будь-якого місця світу, розширюючи можливості для отримання вищої освіти.

8. Використання відкритих даних. Використання відкритих даних та інших відкритих ресурсів для підтримки навчальних програм та проведення досліджень.

Технологічна інтеграція у навчальні програми розширює можливості для здобувачів освіти та сприяє формуванню сучасних, гнучких та інноваційних систем навчання.

Забезпечення студентів підтримкою та консультаціями у плануванні кар'єри, розвитку м'яких навичок та роботи над особистісним розвитком. Кар'єрна консультація та підтримка грають ключову роль у підготовці студентів до вибору та вступу в професійне життя. Ці послуги не тільки сприяють ефективному плануванню кар'єри, але й допомагають у розвитку різноманітних навичок та підготовці до викликів на ринку праці. Виділимо важливі аспекти щодо кар'єрної підтримки:

1. Оцінка інтересів та навичок. Проведення опитувань, спрямованих на визначення інтересів та навичок здобувачів освіти, для допомоги в їхньому виборі кар'єрного напрямку.

2. Індивідуальні консультації. Надання індивідуальних консультацій, під час яких студенти можуть обговорити свої кар'єрні цілі, отримати

поради щодо планування кар'єри та вирішення професійних питань.

3. Розробка кар'єрного плану. Спільне створення індивідуальних кар'єрних планів, які враховують особисті інтереси, навички та професійні цілі студента.

4. Робота з м'якими навичками. Тренування та розвиток м'яких навичок, таких як комунікація, лідерство, робота в команді, що є важливими для успіху в будь-якій професійній сфері.

5. Навчання та семінари. Проведення навчань, тренінгів та семінарів з питань підготовки до співбесіди, написання резюме, ефективної комунікації та інших аспектів успішної кар'єри.

6. Стажування та практика (Яцюк, 15, 191). Надання інформації та можливостей для стажування та практики, що допомагає студентам отримати практичний досвід та впровадити теоретичні знання в реальну практику.

7. Мережевість. Підтримка у встановленні зв'язків з представниками ринку праці, альма-матер, а також іншими професіоналами, що дозволяє здобувачам освіти розширювати свою мережу контактів.

8. Підготовка до подальших етапів. Допомога здобувачам у плануванні та підготовці до вступу в подальше навчання, отриманні додаткових кваліфікацій та розвитку кар'єрних можливостей.

Кар'єрна консультація та підтримка важливі для того, щоб здобувачі освіти могли усвідомлено обирати свій професійний шлях, розвиватися та досягати успіху в своїй кар'єрі.

Висновок. Адаптивність освітніх програм є стратегічно важливою для того, щоб гарантувати, що випускники будуть відповідати вимогам ринку праці і матимуть унікальні навички, необхідні для успішної конкурентоспроможності в сучасному світі.

Щодо перспектив подальших розвідок у цьому напрямі, то наукового вирішення потребують питання аналізу освітнього середовища та внутрішнього забезпечення якості вищої освіти.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гарькавець С.О., Волченко Л.П. Конфлікти в освітньому середовищі: діагностика та практика вирішення: навчально-методичний посібник. Харків : Друкарня Мадрид, 2020. 92 с.
2. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-VIII / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.

3. Мельник І., Заремба Л. Мистецтво спілкування – невід’ємна складова педагогічної майстерності вихователя ЗДО. *Молодий вчений*. 2020. № 210 (86). С. 404-408.
4. Мирончук Н. М. Контекстна підготовка майбутніх викладачів вищої школи до самоорганізації у професійній діяльності: теорія і практика: монографія. Житомир: вид. О. О. Євенок, 2020. 400 с.
5. Мирончук Н.М. Використання інноваційних технологій навчання у професійній педагогічній підготовці. *Освітні інновації: філософія, психологія, педагогіка*. Суми. 2020. Т.1. С. 79-83.
6. Мізюк В. А. Змішане навчання як інноваційний підхід інтеграції навчального процесу у закладах освіти. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені ВО Сухомлинського*. 2019. № 3. С. 172-177.
7. Муляр В. П., Яцюк С. М., Юнчик, В. Л. Комп’ютерне моделювання у підготовці майбутніх вчителів фізики, математики та інформатики. *Фізика та освітні технології*. Луцьк : Волинський національний університет імені Лесі Українки. 2022. № 2. С. 61-69.
8. Положення про комітет з етики наукових досліджень Волинського національного університету імені Лесі Українки. Луцьк, 2020. URL: <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/Komitet-z-etyky-naukovyh-doslidzhen-.pdf>.
9. Положення про організацію навчального процесу на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівнях у Волинському національному університеті імені Лесі Українки. Луцьк, 2020. URL: https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_orhanizatsiui_navchalnoho_protseesu_2ch_rivniakh.pdf
10. Положення про порядок формування індивідуальної траєкторії навчання студентів Волинського національного університету імені Лесі Українки. Луцьк, 2022. URL: <http://surl.li/oabvi>.
11. Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату Волинського національного університету імені Лесі Українки. Луцьк, 2021. URL: <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Polozhennya-pro-systemu-zapobigannya-ta-vyavlenya-akademichnogo-plagiatu.pdf>.
12. Проект професійного стандарту «Вчитель закладу загальної середньої освіти». Київ, 2020. URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/Nakaz_2736.pdf.
13. Сопова Д. Академічна доброчесність у системі професійної підготовки майбутнього педагога. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, № 3-4. С. 52–56. <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2018.3-4.5256>.
14. Федірчик Т., Дідух В. Педагогіка партнерства як чинник формування ефективної взаємодії учасників освітнього процесу в умовах нової української школи. *Гірська школа українських Карпат*. 2021. № 21. С. 50-54.
15. Яцюк С. М., Муляр В. П. Візуалізація даних в Google Sheets із використанням функції SPARKLINE. *Комп’ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2021. № 42. С. 191-197.
16. Яцюк С.М., Собчук О.М., Смолюк І.О., Хомяк М.Я., Чепрасова Т.І. Методика проведення сучасного уроку з інформатики за допомогою цифрових сервісів в умовах воєнного стану. *Математика. Інформаційні технології. Освіта*. Луцьк. 2022. С. 178-180.
17. Яцюк С.М., Юнчик В.Л., Федонюк А.А. Моделі представлення даних та знань в навчальній системі підготовки ІТ-фахівців. *Математика. Інформаційні технології. Освіта*: Луцьк. 2022. С. 113-119.
18. Яцюк С.М., Хомяк М.Я., Юнчик В.Л., Чепрасова Т.І. (2021). Методика використання цифрових освітніх ресурсів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. 2021. № 16. С. 15-25.
19. Яцюк С.М., Хомяк М.Я., Юнчик В.Л., Чепрасова Т.І. Особливості навчання веб-технологій розробки навчальних систем майбутніх вчителів інформатики та методика створення на їх основі власних освітніх ресурсів. *Молодь і ринок*. 2021. № 7/193. С. 118-122.
20. Яцюк С.М., Юнчик В.Л., Федонюк А.А., Оксентюк Т.П. Особливості представлення даних та знань в навчальних системах. *Математика. Інформаційні технології. Освіта*. Луцьк. 2021. С. 93-95.
21. Яцюк С., Юнчик В., Смолюк І., Собчук О. Академічна доброчесність в контексті освітнього компонента «Вступ до фаху» для майбутніх вчителів інформатики. *Фізика та освітні технології*. 2022. № 1. С. 116–123.

REFERENCES:

1. Harkavets, S.O., Volchenko, L.P. (2020). Konflikty v osvithnomu seredovyshchi: diahnostryka ta praktyka vyrishennia: navchalno-metodychnyi posibnyk. Kharkiv [Conflicts in the educational environment: diagnosis and practice of resolution: educational and methodological manual]: Kharkiv: Drukarnia Madryd [in Ukrainian].
2. Zakon Ukrainy «Pro osvitu». (2017, September 5) № 2145-VIII / Verkhovna Rada Ukrainy. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text/> [in Ukrainian].
3. Melnyk, I., Zarembo L. (2020). Mystetstvo spilkuvannia – nevidiemna skladova pedahohichnoi maisternosti vykhovatelja ZDO [The art of communication is an integral part of the pedagogic skill of a teacher of special education.]. *Molodyi vchenyi*, 210 (86), 404-408 [in Ukrainian].

4. Myronchuk, N. M. (2020). Kontekstna pidhotovka maibutnikh vykladachiv vyshchoi shkoly do samoorhanizatsii u profesiinii diialnosti: teoriia i praktyka: monohrafiia [Contextual preparation of future teachers of higher education for self-organization in professional activity: theory and practice: monograph]. Zhytomyr: Vyd. O. O. Yevenok [in Ukrainian].
5. Myronchuk, N.M. (2020). Vykorystannia innovatsiinykh tekhnolohii navchannia u profesiinii pedahohichnii pidhotovtsi [Use of innovative learning technologies in professional pedagogical training]. *Osvitni innovatsii: filozofia, psykhologhiia, pedahohika: zb. nauk. Statei*. Sumy, 1, 79-83 [in Ukrainian].
6. Miziuk, V.A. (2019). Zmishane navchannia yak innovatsiinyi pidkhid intehtratsii navchalnoho protsesu u zakladakh osvity [Blended learning as an innovative approach to the integration of the educational process in educational institutions]. *Naukovyi visnyk Mykolaivskoho natsionalnoho universytetu imeni VO Sukhomlynskoho*, 3, 172-177 [in Ukrainian].
7. Muliar, V.P., Yatsiuk, S.M., Yunchyk, V.L. (2022) Kompiuterne modeliuвання u pidhotovtsi maibutnikh vchyteliv fizyky, matematyky ta informatyky. [Computer modeling in the training of future teachers of physics, mathematics and computer science *Fizyka ta osvitni tekhnolohii*]. Lutsk, 2, 61-69 [in Ukrainian].
8. Polozhennia pro komitet z etyky naukovykh doslidzhen Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. (2020). [Regulations on the Committee on the Ethics of Scientific Research of Lesya Ukrainka Volyn National University]. Retrieved from <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/Komitet-z-etyky-naukovykh-doslidzhen-.pdf> [in Ukrainian].
9. Polozhennia pro orhanizatsiiu navchalnoho protsesu na pershomu (bakalavrskomu) ta druhomu (mahisterskomu) rivniakh u Volynskomu natsionalnomu universyteti imeni Lesi Ukrainky. (2020) [Regulations for the organization of the national process at the first (bachelor's) and second (master's) levels at the Volyn National University named after Lesya Ukrainka]. Retrieved from https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_orhanizatsiiu_navchalnoho_protsesu_2ch_rivniakh.pdf [in Ukrainian].
10. Polozhennia pro poriadok formuvannia indyvidualnoi traiektorii navchannia studentiv Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. (2022) [Regulations on the procedure for forming an individual learning trajectory for students of Lesya Ukrainka Volyn National University]. Retrieved from <http://surl.li/oabvi> [in Ukrainian].
11. Polozhennia pro systemu zapobihannia ta vyjavlennia akademichnoho plahiatu Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. (2021) [Regulations on the system of prevention and detection of academic plagiarism of Lesya Ukrainka Volyn National University]. Retrieved from <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Polozhennya-pro-systemu-zapobigannya-ta-vyyavlenya-akademichnogo-plagiatu.pdf> [in Ukrainian].
12. Proiekt profesiinoho standartu «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity» [Project of the professional standard «Teacher of a general secondary education institution»]. Retrieved from https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/Nakaz_2736.pdf [in Ukrainian].
13. Sopova, D. (2019). Akademichna dobrochesnist u systemi profesiinoy pidhotovky maibutnoho pedahoha [Academic integrity in the system of professional training of the future teacher]. *Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka*, 3-4, 52–56. Retrieved from <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2018.3-4.5256> [in Ukrainian].
14. Fedirchuk, T., Didukh, V. (2019). Pedahohika partnerstva yak chynnyk formuvannia efektyvnoi vzaiemodii uchasykiv osvitnoho protsesu v umovakh novoi ukrainskoi shkoly. Hirska shkola ukrainskykh Karpat [Partnership pedagogy as a factor in the formation of effective interaction of participants in the educational process in the conditions of the new Ukrainian school]. *Hirska shkola ukrainskykh Karpat*, 21, 50-54 [in Ukrainian].
15. Yatsiuk, S.M., Muliar, V.P. (2021). Vizualizatsiia danykh v Google Sheets iz vykorystanniam funktsii SPARKLINE [Visualization of data in Google Sheets using the SPARKLINE function]. *Kompiuterno-intehrovani tekhnolohii: osvita, nauka, vyrobnytstvo*, 42, 191-197 [in Ukrainian].
16. Yatsiuk, S.M., Sobchuk, O.M., Smoliuk, I.O., Khomiak, M.Y., Cheprasova, T. I. (2022). Metodyka provedennia suchasnoho uroku z informatyky za dopomohoiu tsyfrovyykh servisiv v umovakh voiennoho stanu. Matematyka [The method of conducting a modern lesson in informatics using digital services in the conditions of martial law]. *Matematyka. Informatsiini tekhnolohii. Osvita*. (pp. 178-180). Lutsk [in Ukrainian].
17. Yatsiuk, S.M., Yunchyk, V.L., Fedoniuk, A.A. (2021). Modeli predstavlennia danykh ta znan v navchalnii systemi pidhotovky IT-fakhivtsiv [Models of presentation of data and knowledge in the training system of IT specialists]. *Matematyka. Informatsiini tekhnolohii. Osvita*. (pp. 113-119). Lutsk [in Ukrainian].
18. Yatsiuk, S.M., Khomiak, M.Ia., Yunchyk, V.L., Cheprasova, T.I. (2021). Metodyka vykorystannia tsyfrovyykh osvitnikh resursiv u protsesi pidhotovky maibutnikh uchyteliv informatyky [The method of using digital educational resources in the process of training future computer science teachers]. *Profesionalizm pedahoha: teoretychni y metodychni aspekty*, 16, 15-25 [in Ukrainian].
19. Yatsiuk, S.M., Khomia, M.Ia., Yunchyk, V.L., Cheprasova, T.I. (2021). Osoblyvosti navchannia veb-tekhnolohii rozrobky navchalnykh system maibutnikh vchyteliv informatyky ta metodyka stvorennia na yikh osnovi vlasnykh osvitnikh resursiv [Peculiarities of teaching web technologies for the development of educational systems for future

computer science teachers and the method of creating their own educational resources based on them]. *Molod i rynek*, 7/193, 118-122 [in Ukrainian].

20. Yatsiuk, S.M., Yunchyk, V.L., Fedoniuk, A.A., Oksentiuk, T.P. (2021). Osoblyvosti predstavlenia danykh ta znan v navchalnykh systemakh [Peculiarities of presenting data and knowledge in educational systems]. *Matematyka. Informatsiini tekhnologii. Osvita*. (pp. 93-95). Lutsk [in Ukrainian].

21. Yatsiuk, S., Yunchyk, V., Smoliuk, I., Sobchuk, O. (2022). Akademichna dobrochesnist v konteksti osvitnoho komponenta «Vstup do fakhu» dlia maibutnikh vchyteliv informatyky [Academic integrity in the context of the educational component "Introduction to the profession" for future computer science teachers]. *Fizyka ta osvitni tekhnologii*, 1. (pp. 116-123). Lutsk [in Ukrainian].

ЗМІСТ

Вадим МУЛЯР, Світлана ЯЦЮК, Валентина ЮНЧИК МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТНООРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	3
Сергій ПАНКЕВИЧ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ДИНАМІКИ ЗАСОБАМИ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	12
Валентин САВОШ, Григорій КОБЕЛЬ КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ.....	21
Тетяна ЯЦИНЮК, Андрій КЕВШИН, Володимир ГАЛЯН, Інна ІВАЩЕНКО, Віталій АРТЮХ, Оріся БЕРЕЗНЮК, Анастасія ТАРАСЕНКО ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ СТЕКОЛ $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ ТА $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ ЛЕГОВАНИХ ЕРБІЄМ ТА НЕОДИМІЄМ.....	28
Світлана ЯЦЮК, Валентина ЮНЧИК, Олег МАЗУРЧУК, Інна МИКИТЮК ОСНОВНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ.....	35

CONTENTS

<i>Vadim MULLAR, Svitlana YATSIUK, Valentina YUNCHIK</i> METHODOLOGICAL ASPECTS OF LEARNING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.....	3
<i>Serhii PANKEVYCH</i> METHODICAL RECOMMENDATIONS FOR LABORATORY WORK ON DYNAMICS BY MEANS OF CLOUD-ORIENTED TECHNOLOGIES.....	12
<i>Valentyn SAVOSH, Hryhoriy KOBEL</i> INTEGRATED USE OF MODELING TOOLS IN THE PROCESS OF IMPLEMENTING THE ENERGY APPROACH TO SOLVING PHYSICAL TASKS.....	21
<i>Tetiana YATSYNIUK, Andrii KEVSHYN, Volodymyr HALIAN, Inna IVASHCHENKO, Vitalii ARTIUKH, Orysia BEREZNIUK, Anastasia TARASENKO</i> LUMINESCENT PROPERTIES OF GLASS $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ AND $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ DOPED WITH ERBIUM AND NEODYMIUM.....	28
<i>Svitlana YATSIUK, Valentina YUNCHIK, Oleg MAZURCHUK, Inna MYKYTYUK</i> MAIN ASPECTS OF DEVELOPMENT EDUCATIONAL AND PROFESSIONAL PROGRAM.....	35

НОТАТКИ

ФІЗИКА ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Випуск 4

Коректура • Ірина Миколаївна Чудеснова

Комп'ютерна верстка • Андрій Олександрович Філатов

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 5,58. Замов. № 0224/131. Наклад 300 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1

Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.