

УДК 378.02

[https://doi.org/10.52058/3041-1572-2025-3\(11\)-63-75](https://doi.org/10.52058/3041-1572-2025-3(11)-63-75)

Вдович Світлана Михайлівна кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри практичної психології та педагогіки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, тел.: (067) 969-71-13, <https://orcid.org/0000-0003-3582-4395>

Брославська Галина Михайлівна кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри математики та фізики, Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, м. Харків, тел.: (097) 331-43-24, <https://orcid.org/0000-0002-9839-4604>

ЕСТЕТИЧНИЙ РОЗВИТОК ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

Анотація. У статті обґрунтовано зв'язок естетики з фізикою та математикою, а також можливості фізико-математичних дисциплін в естетичному розвитку студентської молоді у закладах вищої освіти; розглянуто основні засоби та принципи естетичного розвитку і виховання студентської молоді на заняттях із фізики та математики. Автори наголошують, що естетично привабливі фізичні явища є об'єктами дослідження у фізиці та математиці та водночас ваблять митців, багато науковців не лише вбачають прекрасне у власній професійній діяльності, а й водночас успішно реалізують себе у сфері мистецтва, а митці активно застосовують знання з фізики та математики, створюючи свої шедеври. До основних засобів естетичного розвитку особистості під час викладання фізики і математики автори відносять: наочно-демонстративні (естетика підручників, технічних пристроїв, задач, рівнянь і формул, інтер'єру, використання творів мистецтва); вербально-акустичні (мовлення педагога, звуковий супровід, художні описи фізичних явищ), структурно-логічні (естетика фізичних явищ, законів, теорій, математичних рівнянь і формул, лаконічності доведення теорем, чіткість алгоритмів, міжпредметні зв'язки), інформаційно-комунікаційні (використання сучасних технологій і штучного інтелекту, естетика комп'ютерного моделювання, програмування, візуалізації та пошуку інформації), інтерактивні (симуляції, мультимедіа-комплекси, активна взаємодія та безпосередня участь усіх суб'єктів освітнього процесу в пошуку шляхів розв'язання навчальних завдань), практичні (зв'язок із практикою, спостереження за красою фізичних явищ у природі, відвідування музеїв науки



і техніки, вивчення історії життя і діяльності науковців). Основними в естетичному розвитку студентської молоді у процесі викладання фізико-математичних дисциплін є такі принципи: системності, гуманізації, демократизації, креативності, індивідуалізації, планування, комп'ютеризації, зв'язку науки з практикою, естетизації. Основними в естетичному розвитку студентської молоді у процесі викладання фізико-математичних дисциплін є такі принципи: системності, гуманізації, демократизації, креативності, індивідуалізації, планування, комп'ютеризації, зв'язку науки з практикою, естетизації.

Ключові слова: естетичне виховання, естетичний розвиток, викладання фізики, викладання математики, здобувач вищої освіти.

Vdovych Svitlana Mykhailivna PhD (Pedagogy), Senior Researcher, Associate Professor of Practical Psychology and Pedagogy Department, Lviv State University of Life Safety, Lviv, tel.: (067) 969-71-13, <https://orcid.org/0000-0003-3582-4395>

Broslavska Halyna Mykhailivna PhD (Pedagogy), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Physics, Municipal Establishment "Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy" of the Kharkiv Regional Council, Kharkiv, tel.: (097) 331-43-24, <https://orcid.org/0000-0002-9839-4604>.

AESTHETIC DEVELOPMENT OF HIGHER EDUCATION APPLICANTS IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS AND MATHEMATICS

Abstract. The article substantiates the connection of aesthetics with physics and mathematics, as well as the possibility of physical and mathematical disciplines in the aesthetic development of students in higher education institutions; the basic means and principles of aesthetic development and education of students in physics and mathematics classes are considered. The authors emphasize that aesthetically attractive physical phenomena are the objects of research in physics and mathematics and at the same time attract artists, many scientists not only see beauty in their own professional activities, but also successfully implement themselves in the field of art, and artists actively apply knowledge in physics and mathematics, creating their masterpieces. The main means of aesthetic development of personality during the teaching of physics and mathematics, the authors include: visual-demonstrative (aesthetics of textbooks, technical devices, problems, equations and formulas, interior, the use of art); verbal-acoustic (speech of the teacher, sound accompaniment, artistic descriptions of physical phenomena), structural-logical (aesthetics of physical phenomena, laws, theories, mathematical

equations and formulas, conciseness of theorems proof, clarity of algorithms, intersubject connections), information and communication (use of modern technologies and artificial intelligence, aesthetics of computer modeling, programming, visualization and search of information), interactive (simulations, multimedia complexes, active interaction and direct participation of all subjects of the educational process in finding ways to solve educational problems), practical (connection with practice, observation of the beauty of physical phenomena in nature, visiting museums of science and technology, studying the history of life and activities of scientists). The main in the aesthetic development of student youth in the teaching of physical and mathematical disciplines are the following principles: systemicity, humanization, democratization, creativity, individualization, planning, computerization, connection of science with practice, aesthetization.

Keywords: Aesthetic education, aesthetic development, teaching physics, teaching mathematics, higher education applicant.

Постановка проблеми. Сучасне суспільство потребує висококваліфікованих фахівців, які не лише добре орієнтуються у своїй професійній сфері, а й мають сформований світогляд та систему цінностей, здатні до постійного саморозвитку та самовдосконалення, розвинуті фізично, морально, психологічно й естетично. У час, коли величезні потоки інформації невпинно оволодівають нашими розумами та можуть перевтомлювати, коли все дуже швидко розвивається та змінюється, а отже, отримані під час навчання в закладі вищої освіти знання можуть стати застарілими, важливо розвинути в майбутніх фахівців здатність і бажання навчатися впродовж усього життя, здобувати нові знання, розвивати і вдосконалювати свої здібності, вміння та навички, знайти свою сферу діяльності, щоб отримувати задоволення від роботи і від життя загалом, тобто бути щасливими.

Величезну роль у якісній підготовці фахівців до майбутньої успішної професійної діяльності та повноцінного особистого життя відіграє естетичний розвиток і виховання особистості. Розвинуте естетичне сприйняття, відчуття прекрасного в навколишньому світі, у професійній діяльності, в міжособистісному спілкуванні допомагає людині ефективно працювати, отримувати задоволення від роботи, успішно долати труднощі та тривоги у складні часи.

На жаль, естетичному розвитку майбутніх фахівців у закладах освіти приділяється недостатня увага. Однак будь-яка навчальна дисципліна може розвивати особистість естетично. Звичайно, гуманітарні дисципліни мають більші можливості естетичного виховання та частіше для цього використовуються, проте природничо-математичні науки також мають великий потенціал естетичного розвитку особистості, який повною мірою не реалізований.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Взаємозв'язок фізики та математики з естетикою досліджували В. Болтянський, С. Гапченко,



А. Заблодська, В. Ілляшенко, В. Кремінь, А. Мамалуй, Л. Матвеева, Л. Ніздрай, Т. Присяжнюк, В. Тарасов, С. Ткаченко, Г. Хляп. Можливості фізико-математичних дисциплін в естетичному розвитку особистості вивчали І. Білан, С. Бурко, О. Гнепа, Т. Гончаренко, А. Дзундза, Л. Дудченко, О. Костіков, Т. Кривошея, О. Кутова, Ю. Лимарева, Н. Лосева, С. Олійник, О. Саввіна, Д. Скільський, В. Цапов, К. Чудіна, В. Шарко, В. Шебаршин та ін.

Мета статті – обґрунтувати зв'язок естетики з фізикою та математикою, а також розглянути можливості фізико-математичних дисциплін в естетичному розвитку студентської молоді у закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Поєднання естетики з фізикою і математикою, на перший погляд, видається нереальним, адже естетика стосується духовної, почуттєвої сфери, зокрема творчого ставлення і досвіду пізнання людиною дійсності, а фізика і математика відносяться до точних наук, де панують аналітичне мислення, цифри і формули, які підпорядковуються чіткій логіці та законам світобудови. Але насправді зв'язки між цими такими протилежними науками, хоч і неочевидні, та все ж є, і досить міцні. Розглянемо їх детальніше.

Кожен із нас хоча б раз у житті спостерігав такі естетично привабливі фізичні явища, як ранкова роса у сонячних променях, веселка, краплі води на поверхні після дощу, снігопад, виблискування снігу на сонці, відображення у воді, морські хвилі, брижі на воді, дивовижні скупчення хмар у небі, сяяння зірок, блискавка, сонячне світло в «золоту» годину, схід та захід сонця, відображення саява місяця у воді вночі чи навіть полярне саяво. Ці та інші явища є об'єктами дослідження у фізиці, де науковці вивчають причини їх виникнення й закономірності перебігу, і математиці, яка дозволяє проводити обчислення і робити відповідні висновки, та водночас неабияк ваблять митців (художників, музикантів, поетів, кінематографів, фотографів та ін.), які, натхненні їх красою та величністю, фіксують їх на полотні, в музиці, у камені в художніх творах мистецтва, що, з одного боку, дозволяє їм виразити власні естетичні переживання, а з другого – впливає на емоції та почуття багатьох інших людей.

Як відомо, багато відомих фізиків і математиків водночас були митцями (Н. Бор, Л. да Вінчі, В. Гейзенберг, А. Енштейн, Л. Ландау, Дж. Максвелл, М. Планк, Р. Фейнман, П. Франческа, К. Цвейг, Е. Шредінгер, Т. Юнг та ін.) чи дослідниками мистецтва (Піфагор, Евклід, Л. Пачолі, Дж. Бірґгоф, Р. Декарт, Г. Лейбніц, Х. Гольдбах, Ж. Д'Аламбер, Л. Ейлер, Д. Бернуллі, Й. Кеплер та ін.).

Митці різних країн та історичних епох також активно застосовували знання з фізики та математики, створюючи свої шедеври. Так, наприклад, від найдавніших часів і донині митці застосовували та продовжують застосовувати правило золотого перетину, принцип симетрії (античність) чи послідов-

ність Фібоначчі (середньовіччя), які забезпечують ідеальну пропорційність і гармонійність художніх творів; принципи побудови лінійної та повітряної перспективи (відродження), що дозволяють точно передати просторові співвідношення і вигляд предметів; закони оптики (гра світла і тіні), які сприяють виділенню об'єктів серед інших, їх об'ємності, реалістичності та створенню відповідної атмосфери, та механіки, що дозволяють передавати рух у композиції (просвітництво); знання з кольорознавства (колірне коло, що сприяє гармонійному поєднанню кольорів) і геометрії, теорію відносності, концепції часу і простору (модерна доба); математичні алгоритми, які дозволяють програмувати фрактальні зображення, візуальні ефекти, 3D-моделі, а також штучний інтелект (сучасність).

Зі свого боку фізики та математики вбачають прекрасне у своїх науках, у власній професійній діяльності. «Ознаками краси в науці можуть слугувати істинність, логічність, впорядкованість, гармонійність, структурність, конст-руктивність, концептуальність, абстрактність, загальність, універсальність, простота, новизна, історичність, доцільність та інше» [3]. Усі ці ознаки притаманні як фізиці, так і математиці. Окрім цього, математики вважають естетично привабливою і гармонійною послідовність чисел Л. Фібоначчі, яка, графічно відображена на папері, заворює своєю красою і досконалістю, як і платонові тіла (вишуклі багатогранники з максимально можливою симетрією), однією з найгарніших – формулу Л. Ейлера, яка об'єднує в собі фундамен-тальні математичні константи, а її тривимірна візуалізація нагадує сучасний арт-об'єкт, деякі математичні доведення, як теорема Піфагора, – елегантними і довершеними. Сучасний британський дослідник, лауреат Нобелівської премії з фізики 2020 р. Р. Пенроуз дієвим шляхом до пізнання таємниць Всесвіту вважає красиві математичні структури [11]. Фізики наголошують на красі, гармонії й досконалості фізичних законів, наприклад, закону всесвітнього тяжіння, сформульованого І. Ньютоном, або ж рівнянь Дж. К. Максвелла чи Ж.-Л. Лагранжа.

В. Тарасов, Л. Ніздрай, Т. Присяжнюк зазначають, що «естетичну цінність математичних моделей давно взяла на озброєння педагогіка математики, зокрема моделі геометричних фігур, унаочнення за допомогою графіків, графів або діаграм Ейлера-Венна, відповідностей і відношень не тільки полегшують сприймання й запам'ятовування відповідної інформації, споглядання їх може принести справжню естетичну насолоду. Краса моделей заявляє про себе відразу, вона доступна «неозброєному» оку, підкорює довершеністю форм, симетричністю» [10, с. 61]. Дослідники наголошують, що краса фізики полягає в її поступовості, послідовності, чіткості, логічності, зрозумілості, завершеності та змістовності, гармонійному поєднанні при-чинно-наслідкових зв'язків, «послідовності організації дослідження природи



й однозначності інтерпретації результатів експериментальної діяльності» [6, с. 180, 184–185], красі, витонченості, гармонійності та періодичності фізичних процесів [9, с. 42], а краса математики – в однозначності, струнності, чіткості, лаконічності, гармонійності, раціональності, у пропорційності та симетричності геометричних фігур та математичних рівнянь, в її внутрішній логіці, а також у можливості застосування творчого підходу до розв’язання задач. А. Дзундза, В. Цапов, К. Чудіна у математиці вбачають такі прояви краси: «гармонія чисел, геометричних форм, алгебраїчних структур; геометрична виразність; стрункість математичних формул; можливість рішення математичних задач різними, до того ж, нестандартними, способами; витонченість математичних доказів; багатство математичних застосувань; універсальність математичних методів» [2, с. 95].

Отже, естетика дуже тісно пов’язана з фізикою та математикою, що свідчить про великі можливості естетичного розвитку особистості студента у процесі викладання фізико-математичних дисциплін.

Розглянемо основні засоби та принципи естетичного розвитку і виховання студентської молоді на заняттях із фізики та математики.

До основних засобів естетичного розвитку особистості під час викладання фізики і математики відносять: наочно-демонстративні, вербально-акустичні, структурно-логічні [5; 6], інформаційно-комунікаційні [7], інтерактивні [8], практичні.

Наочно-демонстративні засоби, які сприймаються, передусім, зоровим аналізатором, передбачають використання у процесі викладання фізики і математики естетично оформлених підручників та навчальних посібників; досконалих і зручних технічних пристроїв, приладів та інструментів для вимірювання різних показників, лабораторного дослідження фізичних явищ і проведення експериментів, для якісного представлення результатів виконаних завдань; творів мистецтва, які зображають, описують і художньо відтворюють фізичні явища (полотна художників, літературні твори, музичні композиції, фрагменти кінофільмів та ін.); різноманітних схем, плакатів, стендів, презентацій; естетики інтер’єру фізичних та математичних кабінетів, закладів освіти загалом; проведення безпечних експериментів або демонстрація їх із використанням навчальних фільмів, відео в мережі Інтернет; естетичне оформлення фізичних та математичних задач, теорем, рівнянь та формул під час їх розв’язання чи доведення на дошці чи в зошиті тощо.

До **вербально-акустичних засобів** викладання фізики і математики, які сприймаються студентами на слух, відносимо: мовлення педагога (його змістовність, багатство словникового запасу, експресивність, точність, виразність, темп, ритм, інтонаційність, образність); звуковий супровід занять із фізики та математики (використання звукозаписів відомих вчених у цій



галузі, звучання фізичних експериментів та явищ, зокрема тих, які використовуються в музиці); акцентування уваги здобувачів освіти на естетиці, образності й метафоричності мови фізики і математики; використання художньо-літературних описів фізичних явищ для кращого їх сприйняття і розуміння через емоційно-почуттєву сферу.

Структурно-логічні засоби естетичного розвитку і виховання студентів на заняттях із фізики та математики пов'язані з впливом на їхній інтелект через емоції та почуття. Тут доцільно акцентувати увагу студентів на естетичності фізичних явищ і парадоксів, красі й елегантності фізичних законів і теорій, логічності та творчості у виведенні формул, естетиці математичних рівнянь і способів їх розв'язання, лаконічності доведення теорем, чіткості алгоритмів тощо. Не менш важливими є використання міжпредметних зв'язків, зокрема зв'язків фізики і математики з естетикою і з мистецтвом, пояснення ролі естетичних переживань вчених у наукових відкриттях із фізики та математики. Необхідним є формування у здобувачів освіти навичок систематизації та узагальнення отриманої інформації та представлення її в таблицях, схемах, діаграмах, презентаціях, що також є елементом естетичного виховання.

Нині неможливо уявити викладання фізики й математики без використання **інформаційно-комунікаційних технологій** як сучасних ефективних засобів навчання і виховання. Як зазначають Н. Лосєва та І. Білан, «використання ІТ змінює навчальний процес, робить його більш ефективним і привабливим для учнів. Математичні знання за таких умов мають емоційне забарвлення і, отже, легше сприймаються. ... Інформаційні технології дозволяють зробити процес вивчення математики й більш естетичним», вони «покликані розвивати естетичне сприйняття навчального матеріалу, виховувати естетичний смак, розвивати творчі здібності, навчати естетично оформлювати свої роботи та формулювати висновки» [7]. Інформаційно-комунікаційні засоби відкривають нині широкі можливості для демонстрації будь-яких фізичних об'єктів і явищ, у тому числі тих, які неможливо побачити в реальних умовах, творів мистецтва, пов'язаних із відкриттями у сфері фізики та математики, внутрішньої будови складних і недоступних фізичних пристроїв та винаходів із поясненнями принципів їх дії та особливостей використання, комп'ютерного моделювання, програмування фракталів, візуалізації інформації, використання можливостей штучного інтелекту, пошуку інформації тощо. «ІКТ в естетичному вихованні учнів при вивченні питань, пов'язаних із дзеркальною, переносною, поворотною, орнаментальною симетрією, які природним чином супроводжують вивчення властивостей геометричних фігур та тіл, таких як правильні багатокутники, багатогранники, а також мають місце при розв'язку задач на побудову й ін. При вивченні алгебри ІКТ мають ефективне використання при дослідженні функції та



побудові їх графіків, при цьому важливо не помітити «красу» різного виду парабол, гіпербол, їх комбінацій тощо» [4, с. 16].

Нині в закладах освіти є широкі можливості використання в навчально-виховному процесі *інтерактивних засобів* (інтерактивні симуляції, мультимедійні проєктори, інтерактивні рідкокристалічні дисплеї, безпроводні пульти і мікрофонні системи, інтерактивні дошки та ін.), завдяки яким студенти мають змогу легко і швидко виконувати отримані завдання, знаходити й надсилати інформацію, запускати різні програми та інтерактивні застосунки, використовувати Інтернет, навчатися з використанням цікавих фото- і відеоматеріалів та ілюструвати ними свої відповіді. Однак інтерактивне навчання не обмежується використанням відповідних технічних пристроїв. Воно передбачає постійну активну взаємодію та безпосередню участь усіх суб'єктів освітнього процесу в пошуку шляхів розв'язання навчальних завдань. При цьому студенти і викладачі виступають рівноправними учасниками, партнерами, які навчаються один в одного, активно спілкуються, допомагають один одному, рефлексують, спільно осмислюють проблеми та приймають рішення. «Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації. Воно ефективно сприяє формуванню навичок і вмінь, виробленню цінностей, створенню атмосфери співробітництва, взаємодії, дає змогу педагогу стати справжнім лідером» [8].

Не менш важливими є *практичні засоби* естетичного виховання на заняттях із фізики та математики. Здобувачам освіти важливо розуміти, де і як вони можуть застосувати знання з фізики та математики на практиці, зокрема у створенні прекрасного. Наприклад, знання про кольори та особливості їх поєднання, принципи симетрії та пропорційності, правило золотого перетину, принципи лінійної та повітряної перспективи, закони оптики (гру світла, тіні, відблисків, півтіней, рефлексів) дозволять створювати яскраві художні образи та вдало вибудовувати композиції в досконалих картинах, фотографіях, відеофільмах, а також у музиці.

Знання фізичних законів, зокрема законів механіки, сприяє правильній побудові дивовижно естетичних та водночас функціональних архітектурних споруд. Чудовими зразками цього є шедеври архітектури у всьому світі: парк розваг «Ferrari-World» (м. Абу-Дабі, ОАЕ), «Танцюючий будинок» (м. Прага, Чехія), «Будинок зворотної долі» (м. Токіо, Японія), «Бульбашковий будинок» (м. Канни, Франція), «Будинок-банкнота» (м. Каунас, Литва), «Кривий будинок» (м. Сопот, Польща), «Хабітат-67» (м. Монреаль, Канада), Публічна бібліотека у вигляді книжкової полиці (м. Канзас-Сіті, США), Бібліотека Варшавського університету із ботанічним садом на даху (м. Варшава,

Польща), Музичний будинок у вигляді рояля зі скрипкою (м. Хуайнань, Китай), «Гундертвассергаус» – житловий будинок із нерівною підлогою та вікнами різної форми і розмірів, без гострих кутів, яскраво прикрашеними різнобарвним кахелем зовнішніми стінами, з численними колонами, куполами і живими деревами на даху і балконах (м. Відень, Австрія), Сіднейський оперний театр у вигляді напнутих вітрил (м. Сідней, Австралія), «Атоміум» (м. Брюссель, Бельгія), «Кунстхаус» (м. Грац, Австрія), готель «Sheraton Moop» (м. Хучжоу, Китай), «Будівля-чайник» (м. Цзянсу, Китай), «Сонячна піч» (м. Оделіо, Франція), Художній музей Мілуокі (м. Мілуокі, Штат Вісконсін, США, вежі «Абсолют» (м. Онтаріо, Канада), башта «Бурдж Халіфа» (м. Дубаї, ОАЕ), центр Помпиду (м. Париж, Франція) та ін.

Сучасне програмування, створення 3D-моделей, різноманітних візуальних ефектів у кінематографі неможливі без розуміння принципів використання математичних алгоритмів.

Важливо також спостерігати за красою фізичних явищ у природі. «Естетичне виховання фізикою передбачає, перш за все, бачення краси у навколишньому світі, що криється у логічності, послідовності, завершеності та змістовності діяльності, відсутності перенавантаження мозку неприпустимими до теми обговорення чи розгляду дрібницями. Краса навколишнього світу міститься у кольорах та їх поєднаннях, симетрії, звуковій гамі, гармонійності та періодичності фізичних процесів» [6].

Слід використовувати практичні приклади для пояснення фізичних явищ, відвідувати музеї науки і техніки, де на власні очі можна побачити реальне застосування знань із фізики та математики (наприклад, музеї цікавої науки в Одесі та Дніпрі, музеї науки у Львові та Вінниці, «Експериментаріум» у Києві, Музей технічного прогресу в Луцьку, Музей науки Малої академії наук у Києві, Центр науки «Коперник» у Кракові (Польща), науковий центр-музей «Універсум» в Гетеборзі (Швеція), Німецький музей техніки в Берліні (Німеччина), Музей мистецтва і науки (Сінгапур), Центр науки в Онтаріо (Канада), Музей математики в Нью-Йорку (США), Музей науки в Буенос-Айресі «Не чіпати заборонено» (Аргентина), Дитячий музей науки в Чикаго (США) та ін.). Для кращого розуміння зв'язків фізики та математики з практикою доцільно вивчати історії життя і діяльності фізиків та математиків, зокрема тих, які досліджували мистецтво чи самі були митцями.

До основних принципів естетичного розвитку студентської молоді у процесі викладання фізико-математичних дисциплін можна віднести:

– принцип системності: цілісності знань, єдності фізики й естетики, математики й естетики, відповідності мети і завдань навчання методам, технологіями і засобам, врахування завдань естетичного виховання при викладанні фізики та математики, погляд на фізику і математику з точки зору



естетики, пошук та підкреслення зв'язків фізики і математики з естетикою та мистецтвом;

- принцип гуманізації: врахування при вивченні фізики та математики інтересів і потреб студентів, розвиток і вдосконалення їхніх особистісних якостей і творчих здібностей;

- принцип демократизації: врахування думок та ідей студентів, активна співпраця і взаємодія викладачів і студентів;

- принцип креативності: використання інтерактивних технологій навчання, залучення студентів до творчої діяльності, використання знань із фізики та математики при створенні прекрасного;

- принцип індивідуалізації: врахування здібностей, можливостей та інтересів студентів;

- принцип планування: визначення бажаного результату навчання, складання та реалізація планів, аналіз результатів і проблем із відповідним корегування планів;

- принцип комп'ютеризації: використання комп'ютерних технологій у процесі навчання [1, с. 107];

- принцип зв'язку науки з практикою: застосування здобутих знань із математики і фізики на практиці, пошук можливостей використання фізико-математичних знань у творчо-естетичній діяльності, знайомство з шедеврами мистецтва, з життям і творчістю фізиків і математиків;

- принцип естетизації: створення умов для естетичного виховання та навчання фізики і математики, оформлення аудиторій, використання естетично досконалих пристроїв, приладів та інших засобів наочності, використання на заняттях із фізики та математики творів мистецтва, візуалізація краси фізичних явищ, естетизація завдань із фізики і математики, наповнення їх відповідним змістом, естетична презентація знань із фізики та математики при викладанні нового матеріалу.

Висновки. Таким чином, фізика і математика тісно пов'язані з естетикою та мають великі можливості естетичного розвитку студентів у процесі викладання фізико-математичних дисциплін. Естетично привабливі фізичні явища є об'єктами дослідження у фізиці та математиці та водночас ваблять митців. Багато відомих фізиків і математиків не лише вбачають прекрасне у своїх науках, у власній професійній діяльності, а й водночас успішно реалізують себе у сфері мистецтва, а митці активно застосовують знання з фізики та математики, створюючи свої шедеври. До основних засобів естетичного розвитку особистості під час викладання фізики і математики відносимо: наочно-демонстративні (естетичне оформлення підручників, пристроїв, приладів та інструментів, задач, теорем, рівнянь та формул, творів мистецтва, плакатів, стендів, презентацій, інтер'єру навчальних кабінетів,

демонстрація безпечних експериментів тощо); вербально-акустичні (мовлення педагога, звуковий супровід занять, акцентування уваги на естетиці, образності й метафоричності мови фізики і математики, художньо-літературні описи фізичних явищ та ін.), структурно-логічні (акцент на естетичності фізичних явищ і парадоксів, красі й елегантності фізичних законів і теорій, логічності та творчості у виведенні формул, естетиці математичних рівнянь і способів їх розв’язання, лаконічності доведення теорем, чіткості алгоритмів, міжпредметні зв’язки), інформаційно-комунікаційні (використання інформаційно-комунікаційних технологій і штучного інтелекту для демонстрації будь-яких фізичних об’єктів і явищ, творів мистецтва, внутрішньої будови складних і недоступних фізичних пристроїв та винаходів, комп’ютерного моделювання, програмування, візуалізації та пошуку інформації), інтерактивні (інтерактивні симуляції, мультимедійні проєктори, інтерактивні рідкокристалічні дисплеї, безпроводні пульти і мікрофонні системи, інтерактивні дошки, активна взаємодія та безпосередня участь усіх суб’єктів освітнього процесу в пошуку шляхів розв’язання навчальних завдань), практичні (застосування знань із фізики та математики на практиці, зокрема у створенні прекрасного, спостереження за красою фізичних явищ у природі, використання практичних прикладів для пояснення фізичних явищ, відвідування музеїв науки і техніки, вивчення історії життя і діяльності фізиків та математиків). Основними в естетичному розвитку студентської молоді у процесі викладання фізико-математичних дисциплін є такі принципи: системності, гуманізації, демократизації, креативності, індивідуалізації, планування, комп’ютеризації, зв’язку науки з практикою, естетизації. Наші подальші наукові дослідження будуть спрямовані на пошук можливостей інших навчальних дисциплін в естетичному розвитку здобувачів освіти.

Література:

1. Білан І. Досвід науковців-практиків щодо реалізації естетичної компетентності при викладанні математичних дисциплін. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2022. Вип. 3. С. 99–109.
2. Дзундза А. І., Цапов В. О., Чудіна К. Ю. Потенціал природничо-наукового навчання в організації естетичного виховання в умовах сучасного технічного ВНЗ. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2014. № 4 (63). С. 92–100.
3. Ілляшенко В. Я., Кремінь В. М. Естетика математики та формування естетичної культури студентської молоді. *Сучасні проблеми науки та освіти: матеріали XII Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної школи-конференції*, 27 квітня – 09 травня 2012 р., Євпаторія. Євпаторія, 2012. С. 199–200. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/1471/3/estet.pdf>
4. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навчальний посібник / В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк; науковий редактор академік АПН України, д. пед. н., проф. М. І. Жалдак. Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. 324 с.



5. Кутова О. Естетичне виховання учнів на уроках фізики. *Професійно-мистецька школа у системі національної освіти України*. 2012. № 2. С. 200–2003.
6. Лимарева Ю. М., Костіков О. П., Шебаршин В. О. Формування естетичних смаків особистості засобами фізики як загальноосвітньої природничої дисципліни. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2021. № 3 (102). С. 180–189.
7. Лосєва Н. М., Білан І. В. Інформаційні технології як засіб естетичного розвитку особистості під час вивчення математики. URL: <http://lib.ndu.edu.ua/dspace/bitstream/123456789/2207/1/4.%20Інформаційні%20технології%202021%2C%2020%20травня.pdf>
8. Рашук О. Г. Впровадження інтерактивних технологій в процесі викладання фізики. URL: <https://mykolaivpl.org/metodrozrobka/121-interactywni-technologii.html>
9. Скільський Д. До питання естетичного виховання школярів у навчальному процесі. *Рідна школа*. 2012. № 3. С. 41–44.
10. Тарасов В. Г., Ніздрай Л. П., Присяжнюк Т. А. Естетика математичного пошуку. *Вісник Житомирського державного університету імені І. Франка*. 2007. Вип. 31. С. 60–62.
11. Penrose R. *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*. London: Jonathan Cape, 2004. 1094 p.

References:

1. Bilan I. (2022) Dosvid naukovtsiv-praktykiv shchodo realizatsii estetychnoi kompetentnosti pry vykladanni matematychnykh dystsyplin [Experience of scientist-practitioners in implementing aesthetic competence in teaching mathematical disciplines]. *Zbirnyk naukovykh prats' Umans'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu – Collection of scientific works of the Uman State Pedagogical University*, 3, 99–109 [in Ukrainian].
2. Dzundza A. I., Tsapov V. O., Chudina K. YU. (2014) Potentsial pryrodnycho-naukovoho navchannya v orhanizatsii estetychnoho vykhovannya v umovakh suchasnoho tekhnichnoho VNZ [The potential of science education in organizing aesthetic upbringing in a modern technical university]. *Dukhovnist' osobystosti: metodolohiia, teoriia i praktyka – Spirituality of Personality: Methodology, Theory, and Practice*, № 4 (63), 92–100 [in Ukrainian].
3. Ilyashenko V. YA., Kremin' V. M. (2012) Estetyka matematyky ta formuvannya estetychnoi kul'tury students'koi molodi [The aesthetics of mathematics and the formation of student youth's aesthetic culture]. *Suchasni problemy nauky ta osvity: Materialy XII Mizhnarodnoi mizhdystsyplinarnoi nauково-praktychnoi shkoly-konferentsii, 27 kvitnia – 09 travnia 2012 r. – Modern problems of science and education: Materials of the XII International interdisciplinary scientific and practical school-conference, April 27 – May 09, 2012* (pp. 199–200). Yevpatoriia. Retrieved from URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/1471/3/estet.pdf> [in Ukrainian].
4. Korol's'kyi V. V., Kramarenko T. H., Semerikov S. O., Shokalyuk S. V., & Zhaldak M. I. (Ed.). (2009) *Innovatsiyni informatsiyno-komunikatsiyni tekhnolohii navchannya matematyky* [Innovative information and communication technologies for teaching mathematics]. Kryvyi Rih: Knyzhkove vydavnytstvo Kyrveyevs'koho [in Ukrainian].
5. Kutova O. (2012) Estetychne vykhovannya uchniv na urokakh fizyky [Aesthetic education of students in physics lessons]. *Profesiyno-mystets'ka shkola u systemi natsional'noi osvity Ukrainy – Professional art school in the system of national education of Ukraine*, 2, 200–2003 [in Ukrainian].
6. Lymarieva YU. M., Kostikov O. P., Shebarshyn V. O. (2021) Formuvannya estetychnykh smakiv osobystosti zasobamy fizyky yak zahal'noosvitn'oi pryrodnychoi dystsypliny [The formation of aesthetic tastes of personality by means of physics as a general natural science discipline]. *Dukhovnist' osobystosti: metodolohiia, teoriia i praktyka – Spirituality of the individual: methodology, theory and practice*, 3 (102), 180–189 [in Ukrainian].

- 
7. Losyeva N. M., Bilan I. V. (2021) Informatsiyni tekhnolohii yak zasib estetychnoho rozvytku osobystosti pid chas vyvchennia matematyky [Information technologies as a means of aesthetic development of personality during the study of mathematics]. Retrieved from: <http://lib.ndu.edu.ua/dspace/bitstream/123456789/2207/1/4.%20Informatsiyni%20tekhnolohiyi%202021%2C%2020%20travnya.pdf> [in Ukrainian].
 8. Rashchuk O. H. (n.d.) Vprovadzhennia interaktyvnykh tekhnolohiy v protsesi vykladannia fizyky [Implementation of interactive technologies in the process of teaching physics]. Retrieved from: <https://mykolaivpl.org/metodrozrobka/121-interaktywni-technologii.html> [in Ukrainian].
 9. Skil's'kyi D. (2012) Do pytannya estetychnoho vykhovannia shkolyariv u navchal'nomu protsesi [On the issue of aesthetic education of schoolchildren in the educational process]. *Ridna shkola – Native school*, 3, 41–44 [in Ukrainian].
 10. Tarasov V. H., Nizdray L. P., Prysyazhnyuk T. A. (2007) Estetyka matematychnoho poshuku [The aesthetics of mathematical inquiry]. *Visnyk Zhytomys'koho derzhavnoho universytetu imeni I. Franka – Bulletin of the Ivan Franko Zhytomyr State University*, 31, 60–62 [in Ukrainian].
 11. Penrose R. (2004) *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*. London: Jonathan Cape. 1094 p. [in English].