

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Факультет математики та інформатики

Кафедра математики та інформатики і методики навчання

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему “Взаємозв'язок математики і музики як складова формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників”

Виконала:

магістрантка групи СОМ(М)-2

спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика)

Бородчук О. М.

(прізвище та ініціали студента)

Керівник к. п. н., доц. Кульчицька Н. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Івано-Франківськ – 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МАТЕМАТИКИ І МУЗИКИ	6
1.1. Взаємозв'язок математики і музики у історичному контексті	6
1.2. Аналіз математичних концепцій, які взаємодіють з музикою	22
Висновки до розділу I	34
РОЗДІЛ II. МІЖПРЕДМЕТНА ЕСТЕТИЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ГАРМОНІЙНОГО РОЗВИТКУ ОСОБИСТОСТІ	36
2.1. Огляд понять і теорій, пов'язаних із формуванням міжпредметної естетичної компетентності учнів.....	37
2.2. Роль математики і музики в процесі розвитку естетичних смаків старшокласників.....	51
Висновки до розділу II	65
РОЗДІЛ III. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ЕСТЕТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИКИ І МУЗИКИ	68
3.1. Підходи, форми і методи реалізації впливу математики і музики на формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників	68
3.2. Розробка та реалізація освітнього проєкту як методу інтеграції математики і музики у навчальному процесі	82
Висновки до розділу III	89
ВИСНОВКИ	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ДОДАТКИ.....	102

ВСТУП

У сучасній педагогіці відбувається переосмислення багатьох поглядів і підходів, відмова від попередніх традицій і стереотипів. Процес гуманізації освіти спрямований на переорієнтацію із предметно-змістового принципу засвоєння основ наук на вивчення цілісної картини світу. Навчальна діяльність повинна не просто дати людині суму знань, умінь і навичок, але і сформувати її компетенції, окреслити шляхи самовдосконалення. Оскільки завданням освітнього процесу є всебічно і гармонійно розвинута особистість школяра, то реалізація міжпредметних зв'язків набуває важливого значення.

Актуальність теми обумовлена тенденціями розвитку сучасної освіти в Україні. Новий Державний стандарт базової середньої освіти ґрунтується на засадах особистісно-зорієнтованого та компетентнісного підходів, які зумовлюють формування та розвиток інтелектуальної, творчої, ініціативної особистості. Міжпредметні зв'язки виступають важливим принципом навчання у сучасній українській школі, і вони покликані забезпечити взаємозв'язок різних освітніх циклів, зокрема природничо-математичного та мистецького. Тема взаємозв'язку математики з іншими навчальними предметами є важливим акцентом в освітній практиці, оскільки математика виступає основою для багатьох наук та дисциплін. Це стосується також і мистецької галузі, зокрема музики, тому дана проблема привертає увагу багатьох сучасних математиків та музикантів.

Може видаватися, що наука та музичне мистецтво значно віддалені одне від одного і не мають спільних точок дотику. Проте можливість пошуку шляхів взаємозв'язку цих важливих сфер закладена у філософському переосмисленні даних понять. Музика, маючи велике пізнавальне значення, впливає на емоційну сферу людини та формує внутрішню культуру особистості. Вона є універсальною мовою спілкування та проявом ментальності народу.

Наукове пізнання, на відміну від мистецького освоєння світу, цілеспрямоване, планомірне та організоване, оперує чіткими поняттями, концепціями, методами, системами знань у певних галузях. Проте у класичному

музикознавстві часто можна знайти приклади того, як завдяки зв'язкам із природничими чи гуманітарними науками виникали нові напрями музикознавчих досліджень. Таке посилення інтеграційних взаємодій між різними сферами науки і мистецтва стало характерною рисою ХХІ століття.

Сьогодні музика все більше привертає увагу експертів із різних галузей науки – філософів, психологів, істориків, математиків, фізиків, лінгвістів. Відповідно музикантам також варто максимально використовувати інтелектуальний доробок та здобутки точних, природничих і гуманітарних наук як одну із найважливіших умов розвитку музичного мистецтва.

Сучасні українські педагоги та теоретики приділяють увагу дослідженням міжпредметної інтеграції математики і музики. Проблему реалізації естетичної компетентності при вивченні математичних дисциплін досліджують І. Білан, Н. Лосєва, Т. Кривошея, О. Тарасенко. Про схожість математики та музики наголошує український вчений-математик Михайло Зарічний. Проте дана проблема потребує подальших досліджень, обґрунтування методичних засад впровадження інтеграції математики з мистецькими дисциплінами.

Метою дипломної роботи є висвітлення шляхів реалізації міжпредметних зв'язків математики і музики та їх роль у формуванні міжпредметної естетичної компетентності учнів старших класів. Для цього вважаємо необхідним вирішити такі завдання:

- дослідити взаємозв'язок математики і музики в історичному контексті;
- проаналізувати вплив математичних концепцій на музичне мистецтво;
- розкрити суть міжпредметної естетичної компетентності та роль математики і музики у її формуванні;
- описати практичні підходи та методи формування міжпредметної естетичної компетентності засобами математики і музики;
- висвітлити результати власного досвіду впровадження міжпредметних зв'язків математики і музики при формуванні естетичної компетентності старшокласників у проєктній діяльності.

Об'єктом дослідження магістерської роботи виступають міжпредметні зв'язки у математичній освітній галузі.

Предмет дослідження – процес формування естетичної компетентності старшокласників засобами математики і музики.

У ході роботи нами використано комплекс методів дослідження:

- теоретичні – метод дефініцій, індукції та дедукції, аналіз нормативно-правових документів, наукової літератури;
- емпіричні – методи аналізу та синтезу, анкетування.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає в узагальненні та структуруванні підходів, форм і методів здійснення міжпредметних зв'язків математики і музики у процесі формування естетичної компетентності учнів старших класів.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в обґрунтуванні використання різних форм і методів взаємодії математики і музики як важливої та необхідної умови формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників. Матеріали дослідження можуть бути використані педагогами закладів освіти як математичного, так і мистецького профілю.

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів і шести підрозділів, висновків до кожного розділу та загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 101 сторінка. Дослідження містить 11 рисунків, 6 таблиць та 2 додатки. Список джерел включає 81 найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МАТЕМАТИКИ І МУЗИКИ

Сучасне інформаційне суспільство висуває до закладу освіти ряд важливих вимог, однією з яких є конкурентоспроможність випускника, набуття ним ряду певних якостей, що формують його життєву компетентність. Серед таких якостей виділяють:

- вміння самостійно, критично та творчо мислити;
- усвідомлення можливості використання здобутих знань у практичній діяльності;
- робота з інформацією;
- саморозвиток особистої моральності, інтелекту, рівня культури тощо.

Процес модернізації української школи вимагає від математичної освіти стимулювати активність та самостійність учнів у навчанні, переорієнтуватися від збільшення інформації для засвоєння під час навчальної діяльності учнів до формування вмінь використовувати цю інформацію, оволодіння прийомами розумової діяльності, завдяки чому виникає можливість творчого використання набутих знань.

1.1. Взаємозв'язок математики і музики у історичному контексті

На сучасному етапі розвитку людського суспільства роль математики настільки велика, що наш час називають епохою математичних знань. Математика, як одна з найдавніших наук, тісно пов'язана із іншими науками та мистецькими галузями, зокрема, музикою, літературою, скульптурою, образотворчим мистецтвом, хореографією тощо.

Так історично склалося, що математика і музика розглядаються як два протилежні полюси людської культури. Незважаючи на те, що математику вважають найабстрактнішою наукою, а музику – найбільш абстрактним видом

мистецтва, зв'язок математики і музики зумовлений як історично, так і внутрішньо. Багато вчених вважають, що математична творчість споріднена з художньою творчість, не дивлячись на притаманний їй науковий стиль.

Взаємозв'язок математики і музики простежується, починаючи з давніх часів і до сьогодення. Сучасна наука не може точно визначити час виникнення цього взаємозв'язку, проте припускає, що первісні погляди на музику з'явилися ще у давніх культурах Месопотамії (Ассирія, Вавилон), Єгипту та Китаю. Прототип майбутніх числових позначень тонів п'ятиступеневого звукоряду з'явився ще у 7 ст. до н. е. в одному з багатьох давньокитайських філософських трактатів під загальною назвою "Гуань-цзи". Відомо, що у 6-5 ст. до н. е. усвідомлювалися 7 різних по висоті звуків.

За часів Стародавньої Греції музика була не тільки частиною математики, але і розділом теорії чисел. Найпершим науковцем, який вивчав питання виникнення, сутності та таємниць музики, був Піфагор. Він зумів виховати у людстві віру в силу розуму, розуміння того, що ключем до таємниць світогляду є математика. Разом з тим Піфагор стає родоначальником математизації музики, оскільки до нього музика вважалася чимось магічним, втіленням сил природи та використовувалася переважно в ритуальних та релігійних обрядах.

Музика для Піфагора була похідною від математики, вчений вважав, що музичні гармонії жорстко контролюються математичними пропорціями. Піфагор використовував музику для очищення душі та практикував лікування музикою. Деякі мелодії вчений використовував проти страждань, що пригнічують душу людини, зокрема смутку і мук, інші – проти гніву та злості, ще інші – проти пристрастей. Але музика буде благотворно діяти на здоров'я тільки тоді, коли займатися нею належним чином, - стверджував Піфагор. Тому піфагорійці, відходячи до сну, очищали свій розум певними піснями та особливими мелодіями, чим забезпечували собі спокійний сон. Одного разу допомогою музики Піфагору вдалося вгамувати гнів п'яного дебошира, що призвело до відкриття цілого ряду музичних ефектів та їх практичного застосування у навчанні та медицині [46].

Музика для Піфагора була не тільки засобом натхнення, очищення душі, але і предметом наукових досліджень, адже саме у музиці вчений знайшов прямий доказ твердження "Все є число". На думку Піфагора, весь світ – це гармонійне число, а пізнати світ – означає знати цифри, які ним керують. Основною суттю природного буття вчений вважав закони музики і математики, згідно з якими Всесвіт не тільки побудований, але і рухається і розвивається.

Піфагор вперше описав звук математично, тому його справедливо вважають «прадідом» акустики. Згідно із Піфагором, октава виражається так: 1, $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/6$, $1/8$, $1/16$ (до, ре, мі, фа, соль, ля, сі, до).

Проводячи експерименти щодо визначення приємних та неприємних на слух звуків, Піфагор першим сконструював музичний інструмент – монохорд, який призначений для точної побудови музичних інтервалів. Започаткувавши поняття "консонанс" і "дисонанс", вчений стверджував, що вся музика складається саме з них і будь-який композитор отримує відгук у душах слухачів саме через використання певних математичних пропорцій при написанні музичних творів.

Піфагор запевняв, що здатний слухати музику, яку інші люди зможуть почути тільки після смерті. Цією музикою була музика сонячної системи, яку він назвав семиструнною лірою. Мислитель вважав, що кожна планета, яка рухається по своїй орбіті, видає свій унікальний звук, і при русі всіх семи планет звучить музика сфер.

У школі Піфагора існувало тверде переконання, що світом і життям керують числа, а числа підвладні музиці. Всі заняття піфагорійці проводилися під музику, адже зауважили, що у такому поєднанні засвоєння матеріалу відбувається значно легше. Так переконання підтримують і багато сучасних вчених.

Інший давньогрецький філософ Аристотель значну увагу у своїх трактатах відводив питанням дослідження музики. Мислитель стверджував, що музика впливає на емоції людей, адже при сприйманні вухом ритму і мелодії у людини

змінюється душевний настрій. Аристотель приписував музиці терапевтичний ефект та вірив, що музика може мати вплив на моральний розвиток людини.

У праці "Політика" Аристотель розглядає музику як один із видів мистецтва та визначає, що музика може впливати на гармонію та стабільність суспільства, а її правильне використання сприятиме розвитку культури та вихованню громадян. У цій же праці зазначено, що музика має певне відношення до математики. Аристотель висловлює ідею, що в музиці існує певний порядок і гармонія, які можуть бути виражені числами і співвідношеннями. Він зазначав, що у музиці використовуються числові відношення – октави, квінти, кварта. Мислитель дивився на музику як на частину математичного порядку у всесвіті. Хоча його підхід був швидше філософським, ніж математичним, Аристотель стверджував, що є певні числові відношення, якими визначається музична краса і порядок.

Отже, Аристотель віддавав музиці належне значення, розглядав її не лише як розвагу, але і як важливий елемент формування емоцій, соціальної гармонії та порядку. "Математика... виявляє порядок, симетрію і визначеність, а це – найважливіші види прекрасного", - стверджував у своїх працях Аристотель.

Інший видатний давньогрецький мислитель Платон, подібно як і Аристотель, вважав музику великим засобом впливу на моральний розвиток і душевний стан людини. У своїх творах, зокрема "Державі", він визнавав важливість музики у вихованні та формуванні характеру людини.

Платон звернув увагу на те, що музичні справи роблять людину більш чутливою, співмірною, гармонічною, здатною до промов та діяльності, він вважав, що все життя людини потребує ритму і гармонії. Проте філософ вважав, що музика може бути двох видів: "дорожча" та "дешевша". Дорожча музика, на його думку, мала бути вдосконаленою, мудрою, вихованою, щоб сприяти розвитку позитивних якостей. Дешевша музика, навпаки, може спричинити негативний вплив на формування характеру людини.

У своїх творах Платон об'єднував погляди на музику і математику, розглядаючи їх обох інструментами для розвитку розуму та моральних якостей людини.

Дотримувався Піфагорійської традиції музичної теорії також давньогрецький філософ, математик і музикознавець Нікомах Гераський (IV ст. до н. е.). Великого значення в теорії музики філософ надає числу, стверджуючи його як божественну основу космосу і всього сущого в «земному» світі. У своїй праці "Керівництво з гармоніки" Нікомах розвиває ідею зв'язку числа і звуку, поширюючи її на музичні інструменти (зокрема, струнні та духові), дає загальне (фізичне) визначення звуку. Він зробив значний внесок у розвиток музичної теорії та математики, що мало вплив на подальшу середньовічну та ренесансну науку.

Прихильників Піфагорійської традиції музичної теорії, які підходили до дослідження музики з математичної точки зору, називали каноніками. На противагу їм гармоніки сприймали інтервали на слух як сукупність кількох цілих, або часткових тонів (обертонів), що творила чистий акустичний стрій у межах октави. Серед представників останніх слід виокремити Аристоксена (бл. 375 – бл. 300 р. до н. е.), давньогрецького філософа і теоретика музики, учня Аристотеля, який відзначився значним внеском у розвиток музичної теорії. Він вважається одним із перших, хто досліджував музику з точки зору її акустичних та математичних властивостей. Саме Аристоксен розробив теорію музичних інтервалів, у якій використав емпіричний підхід до їх визначення. Він вважав, що музичні інтервали повинні визначатися не лише на основі математичних співвідношень, але і на основі слухових відчуттів. Його підхід відкрив нові можливості для розуміння і аналізу музичних структур. У трактатах Аристоксена "Основи музики", "Елементи гармонії", "Про лади", "Про сприймання музики" вже використовувалася і нині вживана у музичній практиці термінологія – "музика", "мелодія", "ритм", "гама" та ін.

Музично-теоретична спадщина Античності мала великий вплив на розвиток середньовічної теорії музики не тільки в європейських країнах, а також країнах Сходу.

У епоху Середньовіччя (V – XV ст.) математики і музики були знову тісно пов'язані, і цей зв'язок мав свої особливості та проявився у кількох аспектах.

Поряд із продовженням Піфагорійської традиції, виникає Августиніанська музична теорія, яка ґрунтується на філософських та теологічних поглядах одного із найвпливовіших ранньохристиянських мислителів – Святого Августина (354 – 430 рр.). Музика, на думку Августина, віддзеркалює божественний порядок і гармонію, створену Богом, та має великий духовний і моральний вплив. Його праці відображали інтерес до числових відношень і пропорцій у музиці, мислитель вірив, що числові структури мають важливе значення для розуміння гармонії і краси музики. Августиніанська музична теорія була інтеграцією філософських, теологічних і математичних підходів до розуміння музики з наголосом на її духовному та моральному значенні.

Римський філософ Боецій (480 – 524 рр.) у трактаті "Про засади музики" описує музику як частину квадриліуму (чотирьох основних дисциплін середньовічної вищої освіти) поряд з арифметикою, геометрією та астрономією. Він наголошував на тому, що основа музики – математика.

Вже ранньохристиянські монахи, зокрема Григорій Великий, використовували музичну нотацію для запису богослужбових гімнів. У цій системі запису нот використовувалися певні математичні принципи відтворення музичних інтервалів і ритмів.

Впродовж середніх віків музична нотація зазнала значного розвитку, підсумком якого у епоху пізнього Середньовіччя стала реформа нотного письма, здійснена італійським музичним теоретиком, монахом-бенедиктинцем Гвідо д'Ареццо (бл. 990 – бл. 1050 рр.). Він запровадив системи ліній та пробілів для запису нот. Нотний стан Гвідо д'Ареццо складався з чотирьох ліній, був введений ключ і літерне позначення висоти звуків, що дало змогу значно покращити точність запису музики, точніше зазначати довжини нот і пауз.

Складні математичні структури використовували у своїх музичних творах композитори Середньовіччя, зокрема Леонін і Перотін, що належали до Нотр-Дамської школи. Вони писали багатоголосі композиції, включаючи органуми, канони, мотети, у яких музичні фрази повторювалися у різних голосах за певними правилами. Діяльність музикантів школи Нотр-Дам заклала основи гармонії, поліфонії та ритміки у європейській музиці на кілька століть наперед.

У період Середньовіччя також існували університети, де вивчали як математику, так і музику, і деякі вчені намагалися зблизити ці дві галузі, продовжуючи дослідження їх взаємозв'язку. Це вказує на глибокий інтерес до математичних основ музики у Середньовіччі, яка сприймалася як вираз внутрішнього порядку та гармонії, що розкривався за допомогою математичних концепцій того часу.

У XIV – XVI століттях, коли у європейському мистецтві панувала епоха Відродження, продовжилася традиція тісного взаємозв'язку математики і музики, що найперше пов'язано із розвитком поліфонії – виду багатоголосся, у якому кожен голос має самостійне рівноправне значення. Ця складна музична форма вимагала ґрунтовних знань про гармонію, контрапункт і ритмічні пропорції, що мали математичну основу. При написанні таких поліфонічних жанрів, як канони чи фуги, композитори використовували математичні принципи створення складних музичних структур. Наприклад, особливістю канонів є повторення однієї мелодії з певним часовим зсувом.

У музиці Відродження часто можна прослідкувати прагнення до симетрії та математичних пропорцій, композитори могли вибудовувати композицію на основі числових співвідношень, таких як золотий перетин. А мистецтво контрапункту (поєднання незалежних мелодичних ліній) вимагало вже точного математичного розуміння ритму і гармонії.

У цей період музиканти переглянули середньовічне вчення про лади в бік збільшення пріоритету мажорного (іонійський) та мінорного (еолійський) ладів. Швейцарський теоретик Генріх Глареан у трактаті «Додекахордон» (1547 р.) розширив ладову систему з восьми до дванадцяти ладів. Інший відомий

музичний теоретик італієць Джозеффо Царліно узагальнив і систематизував знання про музичну теорію свого часу, розробив принципи гармонії і контрапункту, які мають глибокий зв'язок з математикою через використання числових співвідношень, пропорцій і симетрії, а також довів емоційну протилежність мажору і мінору, розглядаючи їх тризвуки не за величиною, а за місцем терцій у акорді.

Відродження стало часом вдосконалення і розвитку музичних інструментів, що вимагало знань з акустики і математики. Наприклад, налаштування клавішних інструментів залежало від точного розуміння музичних інтервалів, пропорцій. Також проектування і будівництво соборів і концертних залів вимагало врахування математичних знань та акустичних властивостей.

У філософському аспекті відбулося відновлення античних теорій, зокрема теорій Платона, Піфагора та Аристотеля, у яких музика мала чіткий зв'язок з математикою та космологією.

Серед відомих вчених-математиків цього часу було багато таких, хто досліджував музичні процеси з наукової точки зору. Так, відомий німецький астроном та математик Йоганн Кеплер (1571 – 1630 рр.) вивчав закони руху планет і робив спроби зв'язати музику з астрономією. У його працях є ідеї про музичні гармонії, пов'язані з відстанями між планетами.

Вплив на музику Ісаака Ньютона, видатного математика і фізика, був хоч не надто очевидний, та все ж таки значний. Поряд із розробкою фундаментальних законів фізики, Ньютон зробив вагомий внесок у розуміння хвильової природи звуку. Він стверджував, що звук поширюється у вигляді хвиль, які можуть бути описані математично. Також роботи вченого з диференційованими рівняннями дозволили розуміти коливання різних музичних інструментів та їх відтворення. Таким чином, Ісаак Ньютон своїми дослідженнями у фізиці та математиці сприяв розвитку акустичної теорії, що вплинуло на розвиток музичної теорії та розуміння музичних явищ.

Отже, XIV-XVI століття стали періодом інтенсивного взаємозв'язку між музикою і математикою, що призвело до розвитку музики як мистецтва і науки та стало підґрунтям для подальших досягнень у музиці наступних поколінь.

З кінця XVI до початку XVIII ст. відбувається значний розвиток науки і мистецтва, зокрема музики. У мистецтві цей період отримав назву Бароко.

Однією із центральних ідей музичної теорії Бароко була гармонія, яка зазвичай розглядалася через призму математичних пропорцій. Гармонічні співвідношення часто базувалися на теорії чисел, оскільки саме поняття гармонії пов'язувалося з простими числами і їх відношеннями

Важливим досягненням епохи було введення рівномірно темперованого строю, що завдяки поділу октави на дванадцять рівних частин (півтонів) дозволяло грати у всіх тональностях, не переналаштовуючи музичний інструмент. У цій системі кожен інтервал становив $\sqrt[12]{2}$, що дозволяло зберігати рівномірність і гармонію при переході між тональностями.

Вершиною поліфонічного стилю Бароко вважають творчість німецького композитора Йогана Себастьяна Баха. Його фуґи в канони стали прикладом складних математичних структур у музиці. Композитор завдяки математичній точності ідеї темперовано строю сміливо експериментував із різними тональностями та модуляціями. Наприклад, цикл "Добре темперований клавір", що складався із 48 прелюдій і фуґ у всіх 24 мажорних і мінорних тональностях, наочно демонструє досягнення темперованого строю.

Музичні форми фуґи і канону, які досягли вершини саме в епоху Бароко, використовують строгі правила та математичну точність для створення гармонії та контрапункту. Цікавою є побудова фуґи, у якій використано математичні пропорції. Наприклад, експозиція (ввід теми в різних голосах) часто складає приблизно одну третину від усієї довжини фуґи, а решта дві третини призначені для розвитку тем та рецидиву (завершальної частини). У фузі, зокрема для розвитку тем, часто використовуються такі прийоми, як секвенції, імітації, інверсії та димінуції, які мають математичну природу.

У канонах один голос виконує мелодію, а інші голоси повторюють її з певним часом розривом. Найвідомішим видом канону є канон у квадраті, де кожен голос починає ту ж мелодію з однаковим часовим інтервалом. Більш складні канони можуть включати інверсію (зворотне відтворення мелодії), ретроградний рух та інші математичні перетворення.

Цікавим прикладом канону є "Крабовий канон" з "Музичного приношення" Йогана Себастьяна Баха, який можна виконувати в прямому і зворотному порядку, що створює цікаву симетричну структуру.

Видатні математики цього періоду активно цікавилися музикою, використовуючи математичні принципи для розуміння музичних явищ. Така зацікавленість прослідковується у французький науковців, зокрема, математик і теолога Марена Мерсенна, який зробив значний внесок у теорію музики і акустику, вивчаючи частоти звукових хвиль та резонансу, математичні основи музичної гармонії, а також Рене Декарта, який у трактаті "Compendium Musicae" досліджував музичні інтервали, гармонію та пропорції.

Готфрід Вільгельм Лейбніц, що був одним із творців диференціального та інтегрального числення, вважав музику "прихованою математикою" і вивчав математичні основи музики, хоча багато праць на цю тему не створив.

Як бачимо, епоха Бароко була часом, коли математика і музика активно взаємодіяли на багатьох рівнях, а математичні пропорції відігравали ключову роль для створення гармонійних і структурованих музичних творів, які і до сьогодні залишаються важливою частиною музичної спадщини.

XVIII століття – епоха Класицизму. Цей стиль залишив свій слід у літературі, архітектурі, скульптурі, живопису, але найяскравіше проявився саме у музичному мистецтві. У цей період зв'язок математики і музики залишався значущим, але відображався дещо по-іншому, ніж у попередні періоди. Класицизм відзначився прагненням до симетрії, ясності та збалансованості. Композитори-класики виробили правила написання таких провідних музичних жанрів, як симфонія, соната, концерт, побудова яких має чітку і логічну структуру, схожу на математичну послідовність.

Провідною музичною формою того часу стала сонатна форма, що складається з експозиції, розробки і репризи, у яких відповідно теми представляються, розвиваються та повертаються у початковому вигляді. Тут можна провести аналогії із математичним процесом, де експозиція – введення основних понять і гіпотез, розробка – розвиток математичних теорем і доведень для виведення нових результатів і більш глибокого розуміння задачі, а реприза – етап підведення підсумків, узагальнення результатів, повернення до початкових умов з метою перевірки нових висновків. Слід зауважити, що пропорції між частинами сонатної форми є математично збалансованими і гармонійними.

Подібно демонструє математичний підхід до організації музичного матеріалу і форма рондо, де основна тема – рефрен – чергується з контрастними епізодами. Форма варіацій, популярна у епоху класицизму, основана на багаторазовому повторення основної теми з різними змінами, що нагадує математичні операції над початковими даними.

Відомим композитором-класиком, який майстерно поєднував математичну точність з музичною виразністю, був Вольфганг Амадей Моцарт. Наприклад, його найвідоміша Симфонія №40 демонструє ідеальну сонатну форму і збалансованість частин.

Загальновідомо, що видатний німецький композитор Людвіг ван Бетховен за життя мав великі проблеми, пов'язані з поступовою втратою слуху. Проте це не завадило йому стати одним із найвідоміших композиторів-класиків. Секрет у тому, що свої численні симфонії та сонати Бетховен створював саме за допомогою музичної теорії та математичних співвідношень.

Один із найвидатніших математиків XVIII століття Леонард Ейлер вважав, що математика і музика мають глибокий зв'язок, оскільки обидві засновані на пропорціях і відношеннях. Його праця "Есе про нову теорію музики" (1739 р.) досліджувала математичні аспекти музичних інтервалів та гармоній з точки зору раціональних чисел та співвідношень частот. Вчений намагався пояснити, чому деякі інтервали звучать приємніше, виходячи з їхніх простих числових співвідношень. Також Ейлер запропонував концепцію "ступінь приємності", що

оцінювала гармонійність акордів, де намагався математично пояснити суб'єктивні відчуття від музики. Праця Леонарда Ейлера "Дисертація про звук" (1727 р.) починалася словами: "Моєю кінцевою метою в цій праці було те, що я прагнув представити музику як частину математики і вивести в належному порядку з правильних підстав все, що може зробити приємним об'єднанням і змішуванням звуків" [46, ст. 41]. Загалом підхід Леонарда Ейлера до музики є важливим прикладом міждисциплінарного дослідження і має вплив на багатьох сучасних вчених і музикантів.

Цікавилися музикою також інші видатні вчені епохи, такі, як Жан Лерон д'Аламбер, Жозеф-Луї Лагранж, Дені Дідро, музичні статті якого мали математичні основи, Ернст Хладні, відомий вивченням вібрацій і акустики.

Дослідження багатьох вчених періоду класицизму продемонстрували, як тісно пов'язані між собою математика та музика, допомогли сформувати науковий підхід до музичної теорії та акустики, що актуально і до сьогодні.

Значну частину XIX століття охоплює Романтизм, який вносить свої особливості і підходи як до мистецтва, так і до науки. Оскільки композитори-романтики прагнули показати внутрішній світ людини, її емоції, переживання, контрасти і багатство мелодики, то в цю епоху математичні принципи були не настільки очевидними, як у попередні часи, хоча структури і форми все ще мали математичну основу. Такі композитори, як Фредерік Шопен, Роберт Шуман використовували складні ритмічні структури і поліритмію, що вимагало точних математичних розрахунків.

Також XIX століття можна назвати періодом значного розвитку математики через велику кількість відкриттів у галузі нелінійної геометрії, теорії чисел, теорії інваріантів, розв'язування диференціальних рівнянь та ін.

Вчені-математики цього часу також зробили вагомий внесок у розвиток музики. Зокрема, застосування у музичній гармонії має теорія Галуа, заснована французьким вченим Еваристом Галуа (1811 – 1832 рр.). Він стверджував, що у музиці гармонія визначається відношенням між нотами, звуками та акордами. Ці відношення можна виразити числами і співставити з поняттями теорії груп.

Наприклад, співвідношення частот між нотами гама можна описати за допомогою арифметичних та геометричних прогресій. Тому роботи Галуа стали основою для розуміння гармонії та відносин між акордами.

У теорію музичної гармонії також зробив свій внесок відомий німецький математик Карл Густав Якоб Якобі (1804 – 1851 рр.). Він працював над розвитком теорії еліптичних функцій, яка має застосування у музичних теоріях і допомагає краще розуміти гармонічні взаємозв'язки у музиці.

Важливу роль у розумінні та аналізі звукових хвиль і музичних тонів відіграли роботи в галузі гармонічного аналізу французького математика і фізика Жана-Батиста Жозефа Фур'є (1768 – 1830 рр.).

Отже, у XIX столітті взаємозв'язок математики і музики продовжував розвиватися, і цей період був важливим для обох областей. Проте у цей час математична теорія музики розвивалася в основному як частина музичної теорії.

У XX столітті процес взаємодії науки та мистецтва набуває особливої інтенсивності та результативності. Як наслідок взаємовпливу музики, математики і фізики з'являються електронні музичні інструменти, можливість звукозапису, графічний звук, синтез музики і світла, імпульсне формування тембру тощо. Окрім того, розпочалося втручання науки (зокрема, математики) у сам процес музичної творчості.

Наведемо деякі особливості взаємодії математики і музики у XX столітті у порівнянні із попередніми століттями.

По-перше, розуміння музичних гармоній та акустики стало більш складним і глибшим, з'явилися нові математичні підходи до аналізу та створення музики, в першу чергу атональної та експериментальної.

По-друге, математична теорія музики стала більш самостійною галуззю, вчені-математики активніше досліджують відносини між музичними структурами та математичними об'єктами, такими, як теорія чисел, топологія, групи.

По-третє, розвиток комп'ютерних та цифрових технологій змінює підхід до обробки музичного звуку, комп'ютерні програми використовуються для аналізу

та створення музики, що дозволяє більш ефективно досліджувати музичні структури та створювати нові звукові ефекти. Сучасні музиканти часто використовують математику для експериментів і створення унікальних музичних ефектів.

Новим значним музичним явищем цього часу стала додекафонія – система композиції, де всі 12 нот хроматичної шкали використовуються рівномірно, також відома, як «дванадцятитоновна система». Додекафонія була розроблена у 20-х роках XX століття австрійським композитором Арнольдом Шенбергом. Ця система передбачала ряд складних принципів, наприклад, принцип серійності, транспозиції та інверсії, строгої послідовності, вільного розміщення інтервалів, та дозволила композиторам експериментувати зі звуками та структурами, які відрізнялися від попередніх гармонічних та мелодичних схем у музиці.

Додекафонія тісно пов'язана з математикою, яка є необхідним елементом створення систематичної та структурованої музичної композиції. Виділяють кілька підходів, які демонструють зв'язок додекафонії і математики.

- Систематичний підхід, в основі якого систематичне використання додекафонічного ряду, що включає всі 12 нот без повторень.
- Застосування математичних операцій, таких, як транспозиція (зсув нот вгору або вниз на певну кількість нот) та інверсія (перевертання нот у ряду).
- Використання математичних концепцій комбінаторики та теорії груп при перестановці 12 елементів додекафонічного прийому.
- Визначення правил використання додекафонічного ряду, що передбачають строгу послідовність використання нот. Цей принцип організації відповідає математичним принципам.
- Додекафонія сприяє відмові від традиційних гармонійних структур на користь абстрактної математичної логіки, що вимагає від композитора ретельного планування та використання математичних принципів для створення музики.

Таким чином, додекафонія наочно демонструє використання математики для створення складних інтелектуальних структур у сфері музичного мистецтва.

У ХХ столітті внаслідок інтенсивного розвитку комп'ютерних технологій виникли нові напрямки у музичному мистецтві, зокрема електронна музика та комп'ютерна музика.

Електронна музика використовує для створення звуків та музичних композицій електронні музичні інструменти. Найпершими електронними інструментами були телармоніум (1897 р.), терменвокс (1920 р.), "Хвилі Мартено" (1928 р.), траутоніум (1928 р.), орган Хаммонда (1935 р.). Сучасними електронними інструментами є лазерні арфи, синтезатори, драм-машини та семплери.

Електронна музика охоплює широкий спектр стилів та методів та тісно пов'язана з математикою. У ній використано різні способи синтезу звукових хвиль:

- частотна модуляція (FM-синтез) застосовує генерацію складних звуків шляхом модуляції однієї звукової хвилі іншою; цей метод використовує математичні принципи модуляції;
- адитивний синтез, що створює звуки шляхом складання простих синусоїдальних хвиль і базується на математичній теорії гармоній;
- субтрактивний синтез, у якому використовуються фільтри для видалення певних частот з гармонійно багатого звукового сигналу; даний метод синтезу базується на математичних принципах фільтрації.

Електронна музика разом із більш традиційними музичними жанрами, які використовують цифрові технології для покращення процесу музичної творчості, є частиною комп'ютерної музики. Цей музичний напрям завдяки використанню комп'ютерних технологій володіє великим спектром методів та інструментів для створення, запису, редагування та виконання музики.

Перші експерименти у галузі комп'ютерної музики відбулися в 1950-х роках. Саме тоді композитори почали використовувати комп'ютер для створення

музичних композицій. Пізніше з'являються комерційні синтезатори, такі, як Moog і Yamaha DX7, створюються цифрові аудіо робочі станції (DAW).

На межі XX-XXI століть відбувся бурхливий розвиток персональних комп'ютерів і програмного забезпечення, що призвів до масового поширення комп'ютерної музики, адже, використовуючи такі програми, як Ableton Live, FL Studio, Logic Pro, створювати музику можна в домашніх умовах.

У другій половині XX століття, коли французько-американський математик Бенуа Мандельброт відкрив теорію фракталів та з'явилися можливості комп'ютерного моделювання, почала свій розвиток концепція фрактальної музики. Під фрактальною музикою розуміють такий метод створення музики, який використовує математичні принципи фракталів для генерування звукових структур. Оскільки фрактали – складні геометричні фігури, що повторюються на різних масштабах, то цей принцип самоподібності використовується для створення структуровано складних і багат шарових музичних композицій.

Для музичних фрактальних композицій характерним є повторюваність мотивів або ритмів на різних часових масштабах, детермінованість і випадковість побудови музичного полотна, ітеративні процеси, завдяки яким музичні фрази можуть створюватися шляхом багаторазового застосування певного правила або правил, змінюючи мелодії і ритми.

Існують спеціальні програми та алгоритми, розроблені для створення фрактальної музики, наприклад, Fractal Music Composer або Chaos Melody. Також музику цього жанру створюють за допомогою комп'ютерного моделювання та алгоритмів, таких як системи L-систем або алгоритми на основі рівнянь Лоренца, чи з використанням математичних функцій, зокрема множини Мандельброта, для перетворення числових послідовностей у звукові сигнали.

Отже, фрактальна музика є яскравим прикладом поєднання мистецтва і науки, в результаті якого з'явилися музичні твори з непередбачуваною складністю і красою. Така музика отримала більше визнання серед авангардних музикантів та в академічних колах і знайшла застосування у музичній терапії завдяки створенню релаксаційних композицій.

Як бачимо, зв'язок математики і музики продовжує вдосконалюватися і розвиватися. Від перших спроб Піфагора математично описати звук і до сучасних комп'ютерних алгоритмів математика залишається важливим інструментом для розуміння та створення музики.

Досліджуючи дану тему, ми виявили, що багатьом видатним особистостям вдавалося вдало поєднувати мистецьку та наукову діяльність. З цього погляду слід згадати Альберта Швейцера, Миколу Римського-Корсакова, Олександра Бородіна, Миколу Лисенка, Бела Бартока, Болеслава Яворського, Станіслава Людкевича та багато інших. Багато музикантів минулого і сучасності також яскраво проявили свій талант у науці чи виконавстві. Наприклад, Болеслав Яворський як вчений-музикознавець був творцем теорії ладового ритму, але також був блискучим піаністом-солістом, акомпаніатором та ансамблістом.

Праці видатних зарубіжних та українських науковців і дослідників, таких, як С. Ейзенштейн, Ле Корбюзьє, О. Грінбаум, О. Боднар, М. Яковлєв, свідчать про те, що сучасна наука на новому етапі розвитку повертається до витоків «математичної гармонії», де основним інструментом є «золотий переріз». Вражають нові наукові відкриття, зокрема, квазікристали, закон структурної гармонії систем, «золоті» геноматриці, закон перетворення спіральних біосиметрій.

Сучасна епоха та стрімкий розвиток технологій відкривають нові можливості для вивчення та використання взаємозв'язку між математикою та музикою та надають великий простір для творчості і досліджень у цій області.

1.2. Аналіз математичних концепцій, які взаємодіють з музикою

Зв'язок математики і музики — один з найдавніших, адже на підпорядкованість музичних структур математичним законам люди звернули увагу багато століть тому. Дослідження багатьох вчених показали, що багато питань, які пов'язані з музикою та її впливом на людей, можна описати мовою математики.

Британський математик та науково-популярний письменник Кіт Девлін у книзі "Ген математики" звертає увагу на те, що музиканти і математики однаково використовують для написання абстрактні позначення тих образів, які існують у їхній уяві. Тільки музиканти роблять це за допомогою музичних символів, читаючи які, вони з легкістю можуть відтворити в уяві ті звуки, які ці символи позначають, а математики використовують математичні символи, читаючи які, подумки обдумують математичні вирази, подані за допомогою цих символів.

Глибокі взаємозв'язки між математикою і музикою добре усвідомлювали не тільки самі математики і музиканти, але й відомі творці інших галузей науки та мистецтва. Наприклад, німецький письменник Герман Гессе є автором книги "Гра в бісер", "у якій математика і музика грали однакову роль і яка давала змогу поєднувати астрономічні і музичні символи, зводити математику і музику, так би мовити, до спільного знаменника" [19, с. 49]

Хоча математика вважається однією із найдавніших наук, у сучасному світі дуже сильно відчувається її проникнення у найрізноманітніші сфери науки і практичної діяльності людини, причому не лише природничо-технічні та економічні, але й гуманітарні та мистецькі. Галілео Галілей так висловився про значення математики: "Математика є мовою, якою написана книга природи".

Математика, безумовно, має безпосередній вплив на музичне мистецтво через математичні концепції, які закладені в основи процесу музичної творчості.

Теорія чисел. Числа відіграють фундаментальну роль як у математиці, так і в музиці, пов'язуючи їх через різноманітні концепції і застосування.

Необхідним елементом музичної теорії є числові позначення. Як і у математиці, у музиці також використовуються цифри. Нотний стан складається з п'яти лінійок, чотирьох полів та необхідної кількості додаткових лінійок, які ми вираховуємо для точного розміщення нот. Музичні ноти, інтервали та акорди позначаються числами, наприклад, I ступінь, в. 2 (велика секунда), ч. 4 (чиста кварта), T_{53} (тонічний тризвук), D_7 (домінантсептакорд). Велике значення мають

цифри при позначенні аплікатури музичного твору, адже вона важлива для правильного виконання музики і є основою виконавської техніки.

Розглянемо музичний звукоряд як послідовність звуків (нот) у висхідному чи нисхідному порядку, що являє собою певну музичну систему. Звукоряди бувають діатонічні, хроматичні, пентатонічні, модальні, мікротональні. У музиці всього сім нот, і кожна з них – ступінь звукоряду, що позначається певною цифрою: до – I ступінь, ре – II ступінь, мі – III ступінь, фа – IV ступінь, соль – V ступінь, ля – VI ступінь, сі – VII ступінь.

Ноти розташовані у зазначеному порядку і відрізняються між собою висотою звучання, тобто між двома сусідніми нотами існує певна відстань: найбільша відстань називається тоном, вдвічі менша – півтоном. Слідуючи математичним правилам, музичний тон (як відстань між нотами) складається з двох півтонів. У традиційній теорії музики існує всього два природних півтони: між нотами мі – фа, та між нотами сі – до. Між всіма іншими нотами відстань один тон. Можливість підвищення чи пониження звуку на півтону досягається за допомогою музичних знаків альтерації:

- дієз, підвищує ноту на пів тону;

b - бемоль, понижує ноту на пів тону;

♮ - бекар, скасовує дію дієза чи бемоля.

На прикладі діатонічних звукорядів – мажору і мінору прослідкуємо, як за допомогою математичного принципу можна побудувати будь-який звукоряд, змінюючи його висоту звучання, тобто тональність.

Будова мажорного звукоряду подана на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Будова мажорного звукоряду

Будова натурального мінору виглядає так (рис. 1.2)

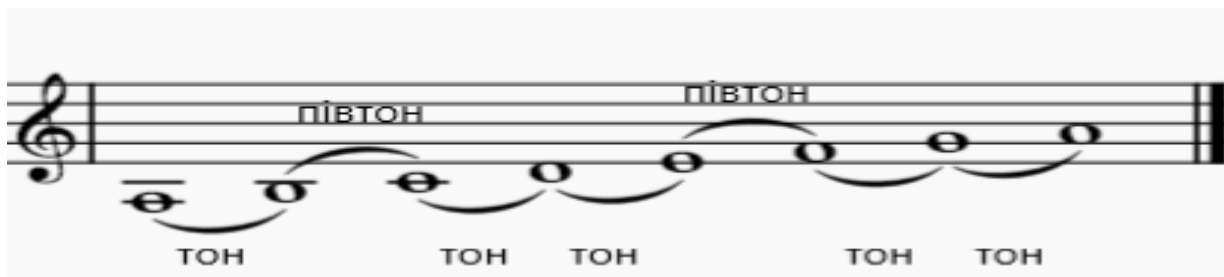


Рис. 1.2. Будова натурального мінору

Використовуючи подані схеми і користуючись чисто математичними обчисленнями, можна побудувати будь-який звукоряд від кожного звуку, використовуючи знаки альтерації. Продемонструємо побудову мажорного і мінорного звукорядів від звуку ре, отримавши, відповідно, гама Ре-мажор та ре-мінор (рис. 1.3, рис. 1.4)

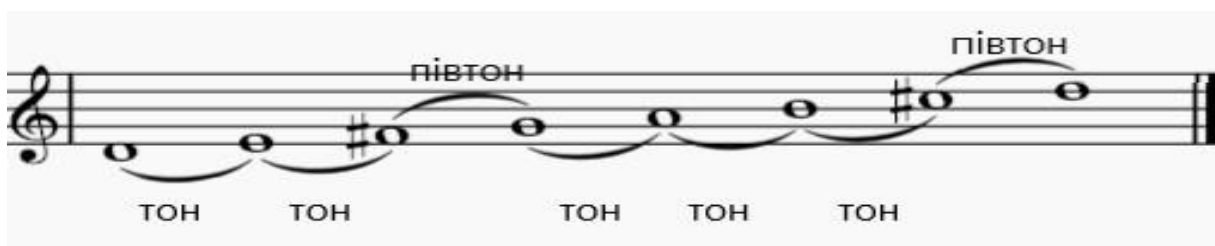


Рис. 1.3. Гама Ре-мажор



Рис. 1.4. Гама ре-мінор

Будуючи гаму Ре-мажор, ми отримали два ключові знаки: фа-дієз та до-дієз. Гама ре-мінор має при ключі один знак – сі-бемоль. Таким чином, математичним способом ми можемо побудувати всі тональності від будь-якого звуку, не використовуючи музичний інструмент, а чітко дотримуючись правил побудови.

Аналогічно математичні розрахунки присутні при побудові музичних інтервалів, які лежать в основі будь-якого музичного твору.

Інтервал у музиці – це співвідношення висот двох тонів (нот). У сучасній музичній теорії інтервали мають дві величини: кількісну і якісну. Кількісна величина інтервалу визначає, скільки ступенів охоплює інтервал і позначається відповідними цифрами; якісна величина – це кількість тонів і півтонів, які містить інтервал.

Таблиця 1.1.

Таблиця простих інтервалів

Назва інтервалу	Кількість ступенів	Позначення інтервалу	Кількість тонів
<i>Чиста прима</i>	1	ч. 1	0
<i>Мала секунда</i>	2	м. 2	0,5
<i>Велика секунда</i>	2	в. 2	1
<i>Мала терція</i>	3	м. 3	1,5
<i>Велика терція</i>	3	в. 3	2
<i>Чиста кварта</i>	4	ч. 4	2,5
<i>Збільшена кварта</i>	4	зб. 4	3
<i>Зменшена квінта</i>	5	зм. 5	3
<i>Чиста квінта</i>	5	ч. 5	3,5
<i>Мала секста</i>	6	м. 6	4
<i>Велика секста</i>	6	в. 6	4,5
<i>Мала септима</i>	7	м. 7	5
<i>Велика септима</i>	7	в. 7	5,5
<i>Чиста октава</i>	8	ч. 8	6

Протягом століть змінювалися математичні підходи до визначення інтервалів. Ще Піфагору була відома закономірність, що інтервали сприймаються більш гармонійно, коли складові їх частоти співвідносяться як невеликі цілі числа. Тому у піфагорійському строї співвідношення інтервалів

було таким: октава – 1:2, квінта – 2:3, кварта – 3:4. Всі інші інтервали утворювалися шляхом комбінування цих трьох інтервалів.

Подальший розвиток музики і поява рівномірно-темперованого строю дали можливість поділити октаву на рівні інтервали, а відношення частот двох інтервалів обчислювалося за формулою:

$$f^1 : f^2 = 1 : 2^{x/12},$$

де x – кількість півтонів. Наприклад, інтервал чистої квінти (3,5 тонів або 7 півтонів) відповідатиме співвідношенню частот $f^1 : f^2 = 1 : 2^{7/12}$.

У сучасній теорії для вивчення та порівняння різних звукорядів використовують особливу одиницю – цент. Цент у музиці – це логарифмічна одиниця відносної висоти звуку або інтервалу. Цент поділяє півтон на 100 рівних частинок, а октава, відповідно, має 1200 центів. Є відповідна формула відстані у центах між двома нотами з частотами a і b :

$$n = 1200 \log_2 \left(\frac{a}{b} \right) \approx 3986 \log_{10} \left(\frac{a}{b} \right).$$

Дані обчислення допомагають музикантам та композиторам точно налаштовувати музичні інструменти та створювати музику, використовуючи рівномірно-темперований стрій.

У контексті математичного впливу також можна розглядати акорди у музиці, які є основою гармонічного строю музичного твору.

Акорд – це одночасне звучання кількох (не менше трьох) різних за висотою звуків. У класичній гармонії акордом вважали лише таке сполучення звуків, у якому ці звуки розташовані по терціях, або розташовується шляхом перенесення звуку на октаву вверх або вниз. Проте у стародавній музиці та в багатьох випадках у музиці XX століття акордом називають будь-яке сполучення тонів, що звучать одночасно.

В залежності від кількості звуків, що можуть бути розташовані по терціях, акорди поділяються на:

- тризвуки (поєднання 3 звуків);
- септакорди (4 звуки);

- нонакорди (5 звуків);
- ундецимакорди (6 звуків);
- терцдецимакорди (7 звуків).

Акорди та їх обернення мають чіткі правила побудови та розв'язання. Для прикладу, побудуємо кілька акордів від ноти до,

Мажорний тризвук (T_{53}) складається із великої терції та малої терції, як показано на рис. 1.5.

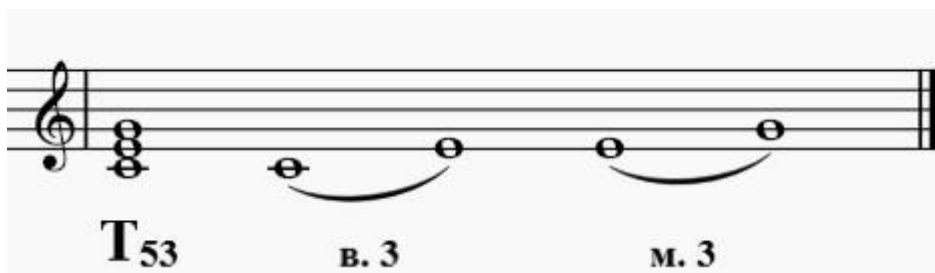


Рис. 1.5. Побудова мажорного тризвуку від ноти до.

Будова мінорного тризвуку (t_{53}) така: мала терція, велика терція (рис. 1.6)

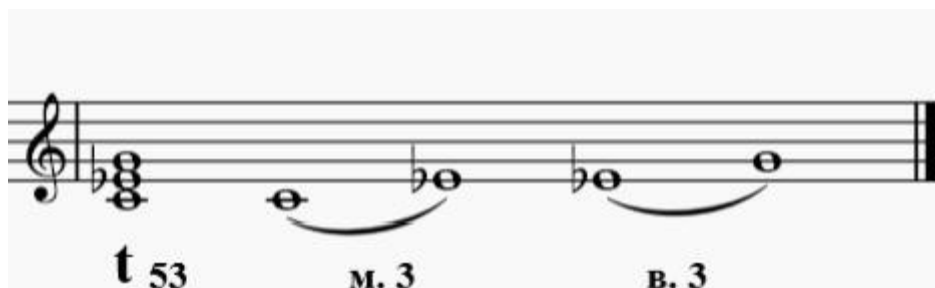


Рис. 1.6. Побудова мінорного тризвуку від ноти до.

Найпоширенішим септакордом є домінантсептакорд, який позначається D_7 , складається з великої терції та двох малих терцій (рис. 1.7)

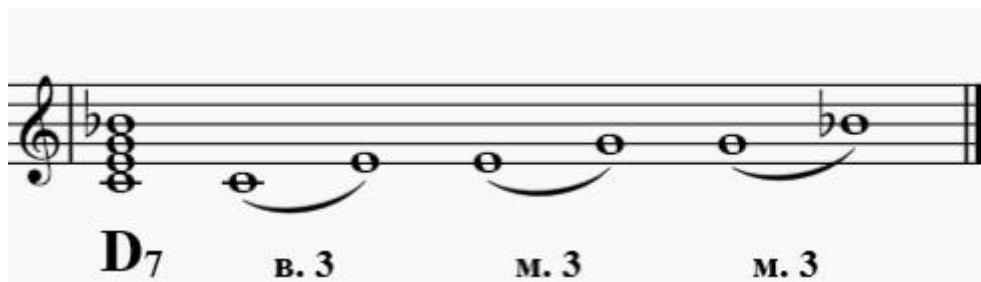


Рис. 1.7. Побудова домінантсептакорду від ноти до.

Подібним чином можна будувати будь-які акорди та їх обернення від будь-якого звуку, чітко дотримуючись правила його побудови по інтервалах, тонах і півтонах. Саме акорди є основою для створення музики різних жанрів, відіграючи ключову роль у формуванні гармонічної структури композиції.

Ще одним елементом музичної теорії, який заснований на використанні чисел, зокрема дробових, є шкала тривалостей нот.

В основі поділу нот на тривалості лежить принцип поділу цілого на частини, який використовується у дробах. Всім відомо, що цілу ноту можна розділити на дві половинні ноти (половинна – $\frac{1}{2}$ цілої ноти), або чотири четвертні ($\frac{1}{4}$), або вісім восьмих ($\frac{1}{8}$), або шістнадцять шістнадцятих ($\frac{1}{16}$) і т. д. (рис. 1.8)

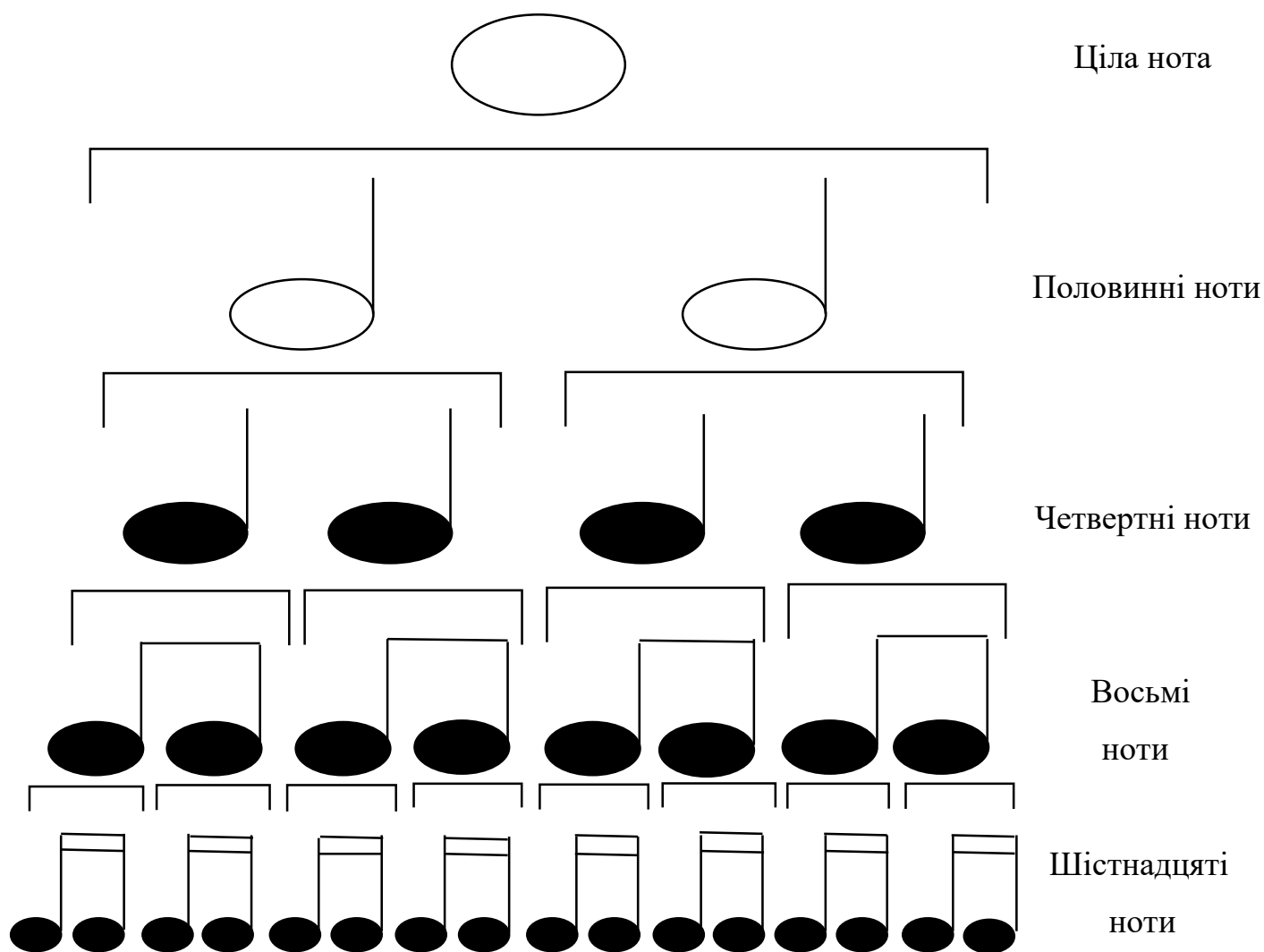


Рис. 1.8. Тривалості нот

Отже, назви тривалостей нот є назвами чисел, на які поділяється ціла нота для їх утворення. Для прикладу, ціла нота містить дві половинні ноти, чотири четвертні ноти, вісім восьмих і т. д. Тому вплив математики у системі музичних тривалостей заперечити важко.

Надзвичайно важливим засобом музичної виразності, який не може обійтися без математичної основи, виступає ритм. Ритм у музиці – це рівномірне чергування різних тривалостей, що утворюють ритмічний малюнок музичного твору. Ключовий словом у цьому визначені є слово "рівномірний", тобто математично правильний. "Організатором" цієї рівномірності виступає розмір, який укладає ритм у такти та завжди позначається на початку музичного твору відразу після скрипкового ключа і зазначення ключових знаків. Ритм має вигляд звичайного дробу. Верхня цифра розміру позначає кількість долей у такті, а нижня – їх тривалість. Наприклад, розмір $\frac{2}{4}$ вказує на те, що у кожному такті даного музичного твору буде дві долі, тривалість яких – четвертна нота. І тоді чисто математично музиканти вираховують тривалість кожного такту, а музика отримує ритмічно правильне чергування долей та організованість музичної фактури.

Як і в математиці, у музиці наявні протилежності. У математиці поняття протилежності зустрічається у різних контекстах і має різні значення в залежності від області дослідження: є протилежні числа, вектори, прямі, сторони прямокутника, кути, протилежні операції чи оператори.

Музиканти також часто використовують протилежності та контрасти для створення яскравих музичних композицій. Музичні протилежності можуть бути ладовими (мажор – мінор), темповими (повільно – швидко), регістровими (високий – низький), динамічними (тихо – голосно), жанровими (вокальна музика – інструментальна музика), фактурними (одноголосся – багатоголосся) та ін.

Ще однією математичною концепцією, яка часто використовується у музиці, є паралельність. Найпростішою музичною паралельністю є

паралельність ліній нотного стану. Але її теж можна прослідкувати у формі деяких музичних інструментів, наприклад, струни скрипки, труби органа чи клавіші фортепіано паралельні. Паралельними можуть бути музичні голоси, які звучать різницею в октаву. Також паралельними у музиці бувають тональності. Кожна мажорна тональність має паралельну мінорну тональність, які утворюють пару тональностей з однаковими знаками при ключі. Наприклад, До-мажор і ля-мінор; Соль-мажор і мі-мінор.

Принцип варіативності використовується і в математиці, і в музиці. У математиці варіативність знаходить застосування у таких галузях, як комбінаторика, варіаційне числення, теорія ймовірності і статистика, математичне моделювання та ін. Принцип варіативності знайшов своє відображення також і в музичній практиці. Він дозволяє створювати різноманітні музичні твори, змінювати існуючі теми та мотиви, експериментувати з тембрами. Музика має багато зразків творів варіаційної форми, наприклад, «Варіації на українську тему» Л. Бетховена, в основі якої мелодія української народної пісні «Їхав козак за Дунай», яка весь час видозмінюється: мелодично, ритмічно, ладово, фактурно, гармонічно. Також варіативність присутня при музичній імпровізації, у поліфонічних творах, модуляціях чи музичних партитурах для оркестру.

Суттєве значення як у математиці, так і в музиці мають пропорції – відношення між різними частинами цілого. Якщо математичні пропорції застосовують для вираження відношення між двома або більше величинами, то у музичному мистецтві пропорції застосовуються для організації часу, гармонії та структури музичних творів. Пропорції визначають швидкість темпу музики, розміщення акцентів у метричних структурах, організацію ритмічних фігур. Великі музичні форми, такі як соната, рондо, симфонія, концерт, будуються за принципами пропорційного співвідношення частин композиції.

Дуже часто у природі та мистецтві, зокрема музичному, можна прослідкувати математичну пропорційну константу золотого перетину, що утворюється двома величинами, якщо відношення їхньої суми до більшої

величини дорівнює відношенню більшої до меншої. Таке співвідношення найвідповідніше естетичному сприйняттю зображення.

Пропорції допомагають створювати внутрішню логіку, стабільність та естетичну гармонію, дозволяють досягти балансу, що сприяє красі та виразності як у математиці, так і у музиці.

Важливою подібністю між математикою та музикою є застосування закономірностей. Наприклад, у музиці закономірно повторюються рядки пісень чи частини мелодії при структуризації музичного матеріалу, тоді як математичні закономірності відіграють ключову роль у її розвитку та присутні у різних галузях та концепціях.

Для аналізу музичних структур у XX столітті почали застосовувати теорію графів. З її допомогою можна аналізувати та моделювати різні музичні структури: мелодію, гармонію, ритм. При аналізі мелодії ноти можуть бути представлені як вершини графу, а переходи між нотами – як ребра, що дозволяє аналізувати структуру мелодії, виявляти повтори та закономірності. Подібним чином, застосовуючи теорію графів, аналізують інтервали, тональності, музичні форми. Знайшла застосування дана теорія також і в музичній композиції: для створення нових мелодій при алгоритмічній генерації музики випадкові блукання по графу можуть генерувати нові музичні фрази. Таким чином, теорія графів – новий потужний математичний інструмент для формального аналізу та створення нових музичних структур.

Також для створення музичних структур у сучасній музичній практиці використовують фрактальні геометричні принципи та алгоритми – такі математичні моделі, як клітинні автомати, генетичні алгоритми, штучні нейронні мережі та ін.

В останні десятиліття відбувається процес активного розвитку та впровадження в життя людини цифрових технологій, що обумовлює ключові напрями подальшого розвитку багатьох сфер життя людини. Досягнення штучного інтелекту у сфері мистецтва, на думку кандидата мистецтвознавства А. Чібалашвілі, "стають експериментальним полем для відкриття нових засобів

та методів творення, а їхній стрімкий розвиток та активне залучення в мистецькі практики підтверджують необхідність наукового дослідження" [73, ст. 41]

Одним із перших методів залучення штучного інтелекту до мистецтва була імітація – відтворення стилевих рис певного автора або мистецького напрямку. За таким принципом була створена програма Choral для гармонізації хоралів Й. С. Баха.

Наступним етапом вдосконалення роботи штучного інтелекту стало генеративне мистецтво, яке, аналізуючи великий обсяг інформації, здатне створити нову звукову тканину. Таким чином у 2016 році з'явилася програма AIVA (Artificial intelligence virtual artist), яка визнана товариством авторів, композиторів та видавців музики як електронний композитор. Дана програма може генерувати інструментальну музику різних жанрів для використання у фільмах, рекламних роликах, іграх чи телешоу.

Музику академічного напрямку здатна створювати програма Iamus, відображаючи її у вигляді партитур. А така програма, як Endel (2018 рік) пише персоналізований музичний супровід, налаштовуючи звукові ландшафти залежно від емоційного стану користувача.

Сьогодні штучний інтелект має дуже широке застосування у галузі музичного мистецтва від автоматичного створення музики, розпізнавання різних музичних стилів і напрямів, допомоги у навчанні грі на музичних інструментах, створення інтерактивних музичних шоу до аналізу поведінки слухачів під час прослуховування музичних творів та пропонування музики, яка може їм сподобатися. Оскільки штучний інтелект продовжує розвиватися, то і його можливості у галузі музики будуть і надалі розширюватися.

Таким чином, ми прослідковуємо чітку тенденцію впливу математики на музичне мистецтво на різних рівнях від цифрових позначень нот до використання складних алгоритмічних систем для аналізу музичного полотна та процесу творення музики за допомогою сучасних комп'ютерних програм.

Якщо для музикантів музична партитура – це набір символи, які «звучать» певними тембрами, у певних регістрах, відповідних темпах навіть з одного

погляду, то для математиків музична партитура – це графік, на якому по вертикалі відкладається висота звуку, а по горизонталі – час.

Оскільки математика має надважливе значення у процесі створення музичних творів і без застосування її концепцій дуже важко вибудувати музичне полотно, то можна зробити висновок, що займаючись музикою, людина також розвиває та тренує свої математичні здібності.

Видатний англійський математик Джеймс Джозеф Сильвестр так висловився про взаємозв'язок математики і музики: "Хіба не можна музику описати як математику почуття, а математику - як музику розуму? Адже суть обох одна й та ж. Музикант відчуває Математику, математик думає Музикою. Музика – це мрія. Математика — це діяльне життя. І кожна досягне своєї вершини за допомогою іншої, коли людський інтелект, розвинутий до досконалості, засяє, прославлений якимось майбутнім Моцартом-Діріхле чи Бетховеном-Гаусом - союзом, що вже досить виразно провіщено генієм та працями Гельмгольца" [1, ст.195]

Висновки до I розділу

Опрацювавши великий масив матеріалу та підводячи підсумки пропонованого теоретичного розділу, слід відзначити, що хоча математика і музика вважаються двома протилежними полюсами людської культури, їх поєднує глибокий взаємозв'язок, який прослідковується практично від часу їх зародження.

Кожна історична епоха представила певний рівень взаємозв'язку між математикою і музикою, взаємно збагачуючи їх та відкриваючи нові можливості для порозуміння і творчості. Античні ідеї математично-музичної взаємодії, закладені у працях Піфагора та його послідовників, стали основою для музичних досягнень Середньовіччя та Відродження, привели до активного формування наукового підходу до музичної теорії та акустики, а у XX столітті прогрес математичної науки увінчався використанням комп'ютерних технологій та

штучного інтелекту для аналізу та процесу творення музики. Можна стверджувати, що математика і музика впродовж багатьох століть мали не тільки теоретичний зв'язок, але і спільно розвивалися.

Ми проаналізували підпорядкованість музичних структур законам математики та вплив на музику математичних концепцій. Очевидним є той факт, що такі концепції знаходять своє застосування у процесі створення музики, аналізі музичних творів та музичній теорії. Математичні основи присутні у побудові музичних структур, ритму, гармонії, мелодії, тому у музиці знайшли своє застосування теорія чисел, пропорції і співвідношення, зокрема золотий перетин, фрактали та алгоритми, комбінаторика, теорія графів та інші математичні поняття, і цей процес поєднання математики і музики надалі буде тільки розширюватися і вдосконалюватися.

Таким чином, математика і музика відзначаються глибокою комплексною взаємодією протягом усього періоду історичного розвитку. Сьогодні музика продовжує еволюціонувати, інтегруючи в себе новітні досягнення, у яких ключову роль відіграє математика. Тому музика стала посередницею між життям почуттів і життям розуму, які неминуче збагачують одне одного.

РОЗДІЛ 2

МІЖПРЕДМЕТНА ЕСТЕТИЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ГАРМОНІЙНОГО РОЗВИТКУ ОСОБИСТОСТІ

У Державному стандарті базової середньої освіти, затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 року №898 зазначено, що "метою базової середньої освіти є розвиток природних здібностей, інтересів, обдарувань учнів, формування компетентностей, необхідних для їх соціалізації та громадянської активності, свідомого вибору подальшого життєвого шляху та самореалізації, продовження навчання на рівні профільної освіти або здобуття професії, виховання відповідального ставлення до родини, суспільства, навколишнього природного середовища, національних та культурних цінностей українського народу". [26, ст.1]

У системі освіти відбувається акцентування на розвитку ключових компетентностей, що є однією із освітніх вимог впливових міжнародних організацій, серед яких Рада Європи, Організація економічного співробітництва та розвитку. Серед переліку ключових компетентностей, формування яких повинно відбуватися впродовж здобуття базової середньої, профільної чи професійної освіти, є і культурна компетентність, яка, серед іншого, передбачає здатність розуміти і цінувати творчі способи вираження та передачі ідей через різні види мистецтва, прагнення до розвитку, вираження власних почуттів засобами культури і мистецтва.

Державний стандарт також зазначає, що основою для формування компетентностей є особистісні якості, власний досвід учнів, їх потреби та інтереси, знання, уміння та ставлення, які формуються у освітньому, соціокультурному, інформаційному середовищі, а також у різних життєвих ситуаціях.

Провідним компонентом реформованої української школи є дитиноцентризм, що проявляється в орієнтації на розвиток особистісних рис,

врахування здібностей, потреб та інтересів кожної дитини. В умовах модернізації освіти виникає потреба у підготовці активної, естетично розвиненої особистості.

Важливого значення з цього огляду набуває міжпредметна естетична компетентність як здатність виявляти естетичне ставлення до світу у різних сферах діяльності. Тому проблемі естетичної компетентності приділяється значна увага.

2.1. Огляд понять і теорій, пов'язаних із формуванням міжпредметної естетичної компетентності учнів

Головним завданням успішної інтеграції України в європейський та світовий простір стало створення системи освіти нового покоління, ефективність якої пов'язують із реалізацією компетентнісного підходу, відповідно до якого основоположною освітньою метою визначено формування в молоді здатності до ефективних дій, заснованих на загальнолюдських етичних нормах. Звідси найбільш значущими завданнями систем освіти, які засновані на компетентнісній концепції ЮНЕСКО, визначено такі: "навчитися жити разом", "навчитися пізнавати", "навчитися робити" і "навчитися бути". Саме цими основоположними цілями і повинні визначатися життєво важливі компетентності, на формуванні яких сконцентрована сучасна освіта:

- компетентності у галузі самоосвіти і саморозвитку;
- полікультурна компетентність;
- інформаційна і комунікативна компетентності;
- компетентність у галузі раціональної продуктивної діяльності.

Процес формування базових компетентностей учнів включає у себе навчання життєвих навичок, міжпредметних умінь, креативності, критичному мисленню, проектування діяльності з умінням оцінити власні можливості та ресурси, наукового пізнання. Отже, освіта сьогодні повинна послідовно та поетапно створювати умови для набуття учнями необхідних для успішного суспільного життя компетентностей.

Важливим моментом для розуміння сутності компетентності є визначення її структури та змісту.

Поняття компетентності має досить широке трактування. До нього відносять як навчальні здібності, знання, уміння і навички, так і моральні цінності та ставлення.

Науковці розуміють поняття компетентності як здатність особистості успішно задовольняти індивідуальні та соціальні потреби, діяти, реалізувати поставлені завдання. Будь-яка компетентність – це поєднання пізнавальних ставлень і практичних навичок, цінностей, емоцій, поведінкових проявів, знань і вмінь, тобто, всього, що необхідне для активної діяльності. Тому компетентність – це сукупність трьох компонентів: мобільних знань, уміння застосовувати той чи інший метод в залежності від поточних умов та критичного мислення.

Відомий англійський психолог Джон Равен у праці "Компетентність у сучасному суспільстві" описує компетентність як наявність у людини характеристик і здібностей, які дозволяють досягти значущих цілей, як явище, що включає інтелектуальні, афективні та вольові компоненти.

Проблема формування та розвитку компетентностей учнів ґрунтовно досліджена у науково-методичних працях багатьох науковців. Упровадження засад компетентнісної освіти у навчальний процес вивчали І. Бех, С. Гончаренко, І. Зимня, А. Кух, О. Пошетун, І. Родигіна, О. Хуторський та інші. Формуванню та розвитку ключових компетентностей присвятили свої праці Н. Бібік, К. Крутій, В. Мендерецький, Л. Петухова.

В українському освітньому просторі немає єдиного, чіткого та однозначного розуміння поняття "компетентність".

Професор І. Д. Бех розглядає термін "компетентність" як досвідченість суб'єкта у певній життєвій сфері. На думку науковця, компетентнісний підхід в освіті виступив відповіддю на потреби сучасного суспільства, особливо ринку праці. Ця відповідь пов'язана із набуттям особистістю необхідних життєвих компетентностей.

На думку Олени Пометун, компетентність – це складна інтегрована характеристика особистості, під якою розуміють набір знань, вмінь, навичок, ставлень, що дають змогу ефективно проводити діяльність або виконувати певні функції, забезпечуючи розв’язання проблеми досягнення певних стандартів у галузі професії або виді діяльності.

Лілія Гриневич розуміє під компетентністю сучасні вимоги суспільства до людини, здобуття вмінь XXI століття, які узгоджені країнами Європейського союзу і сьогодні потрібні сучасному українцю.

Під терміном "компетентність" розуміють авторитетність людини такі вчені, як Л. Банашко, Б. Кришук, А. Коджаспиров.

Ярослав Кічук компетентністю вважає здатність до виконання певної діяльності, комплекс спеціалізованих знань, умінь та навичок, що набуваються в процесі навчання.

Український науковець М. С. Головань [24] визначає такі функції компетентності:

- мотиваційно-спонукальна – особистість прагне самоствердитися у власній діяльності, реалізувати свої здібності, творчий потенціал;
- гностична – активізація пізнавальної та інтелектуальної діяльності;
- діяльнісна – застосування отриманих знань у практичній діяльності; це головна, системотвірна функція у понятті компетентності;
- емоційно-вольова – здатність до вольових напружень, подолання труднощів у процесі пізнавальної діяльності, наполегливість, витривалість, стриманість;
- ціннісно-рефлексивна – цілісна оцінка самого себе як особистості, усвідомлення та оцінка своїх знань, поведінки, інтересів, ідеалів, мотивів;
- комунікативна – комунікабельність, відкритість до спілкування і збагачення у процесі комунікації.

Структуру поняття компетентності, на думку М. С. Голованя, можна зіставити зі структурою діяльності, оскільки саме компетентність є її основою.

Тут важливими є такі компоненти, як усвідомлення потреби, мотивація, вибір способу здійснення діяльності, планування, перелік дій, виконання дій.

Більшість науковців у структурі будь-якої компетентності виділяють такі складові:

- мотиваційна (готовність до прояву компетентності);
- когнітивна (володіння знаннями);
- діяльнісна (застосування знань на практиці);
- аксіологічна (система цінностей, ціннісне ставлення).

Науковці, що досліджують компетентнісний підхід в освіті, звертають увагу на такі його особливості, як:

- ✓ перенесення акценту із процесу освіти на його результат;
- ✓ дитиноцентризм;
- ✓ націленість на майбутнє працевлаштування;
- ✓ перехід від накопичення теоретичних знань до розвитку здатності практично діяти.

Отже, компетентності є тими індикаторами, які визначають готовність учня до життя, подальшого розвитку та творчості. Погоджуємося із тезою Л. Михайлової, що "компетентнісний підхід орієнтується на кінцевий результат освітнього процесу та спрямовується на формування в школяра готовності ефективно організовувати внутрішні (знання, вміння, цінності, психологічні особливості) і зовнішні (інформаційні, людські, матеріальні) ресурси для досягнення поставленої мети" [51, ст. 2]

Ключовими компетентностями, зазначеними у Державних стандартах освіти, є ті, які необхідні для підвищення особистісного потенціалу та розвитку, розширення можливостей соціальної інтеграції, працевлаштування та активного громадянства. До процесу формування компетентної особистості входить міжпредметна естетична компетентність, яка передбачає обізнаність у різних видах мистецтва, наявність навичок сприймання творів мистецтва,

сформованість певних творчих умінь та виявляється у здатності особистості виявляти естетичне ставлення до світу у різних сферах діяльності.

Дослідження у галузі естетичної компетентності проводяться вченими з різних наукових галузей, зокрема філософії, психології, мистецтвознавства, педагогічної науки. Зокрема, зв'язок мистецтва, естетики і освіти досліджував американський філософ і педагог Джон Дьюї; роль естетики і краси у літературі і суспільстві вивчав англійський письменник Едуард Джордж Бульвер-Літтон; місце мистецтва та творчості у когнітивному розвитку та навчанні аналізував видатний американський психолог Джером Брунер.

Естетична компетентність стала центром дослідження багатьох педагогів, які розглядають дане питання під різними кутами зору. М. Коган, Л. Столяренко, Н. Шевандрін стверджують, що рівень розвитку естетичної компетентності особистості визначається такими компонентами, як когнітивний, емоційно-мотиваційний, предметно-практичний. Такі вчені, як О. Беляєв, Н. Киященко та Н. Лейзеров підкреслюють, що естетична компетентність охоплює й соціальну сферу життя – культуру, побут, дозвілля. На оволодінні системою естетичних відносин та цінностей суб'єкта естетичної компетентності наполягає О. Овчарук. Сучасні українські педагоги, авторки навчально-методичних посібників з предмету "Мистецтво" Людмила Масол та Олена Гайдамака розуміють естетичну компетентність особистості як інтегральний духовно-естетичний феномен, її готовність і здатність мобілізувати персональні ресурси для побудови власної траєкторії життєтворчості.

Формування естетичної компетентності здійснюється через естетичне виховання особистості, головними завданнями якого є виховання почуття прекрасного, формування умінь і навичок творчої діяльності, вміння відрізнити прекрасне і потворне у мистецтві та житті.

В основу естетичного виховання школярів покладено мистецтво як творчу художню діяльність у різних її видах, що сприяє духовному розвитку та удосконаленню внутрішнього світу особистості, стимулює готовність брати участь у різних формах культурного життя суспільства. Про провідну роль

мистецтва у вихованні гармонійно розвиненої людини відомо ще з часів Античності. У сучасній педагогічній науці на мистецтво дивляться, як на засіб впливу на ціннісні орієнтації особистості через гармонізацію її внутрішнього світу.

Естетична компетентність ґрунтується на поняттях, які складають зміст естетичного виховання особистості (рис. 2.1). Естетичне виховання виступає складовою частиною виховного процесу і направлене на формування здатності сприймати і перетворювати дійсність за законами краси.

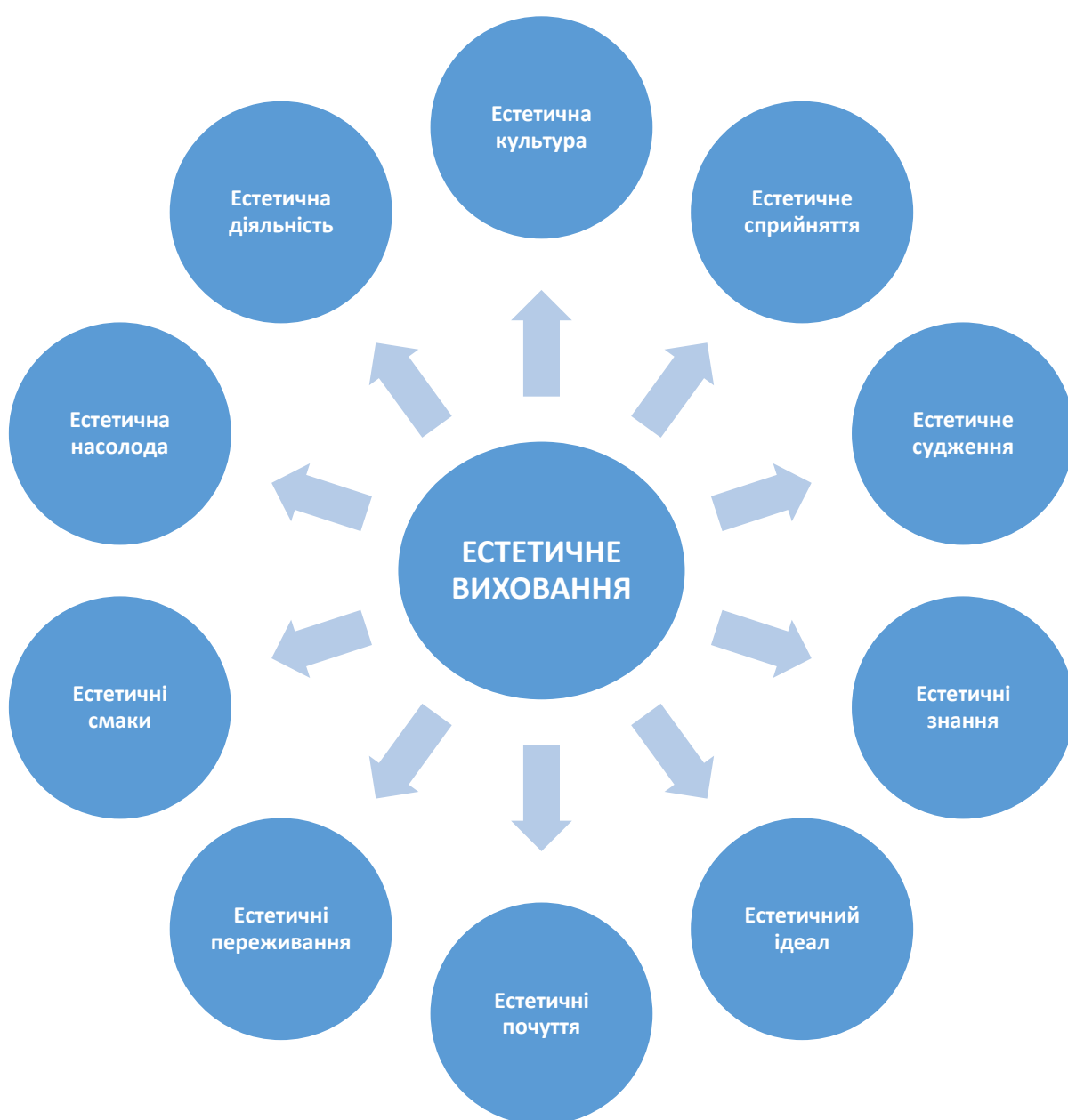


Рис. 2.1. Зміст естетичного виховання

Зупинимось на основних поняттях, які складають сутність естетичної компетентності.

Відправною точкою у процесі естетичного ставлення до дійсності є естетичне сприйняття – здатність бачити, відчувати і оцінювати красу у мистецтві та навколишньому світі. У процесі естетичного сприйняття задіяні різні компоненти: сенсорні відчуття, емоційна реакція, когнітивний компонент, попередній естетичний досвід та інтерактивність особистості. Важливим підсумком цього процесу є розвиток естетичних суджень – висловлювань чи оцінок людини про об'єкти або явища, основою яких є особистісне сприйняття і ставлення. На формування естетичних суджень впливають певні емоції, що виникають в процесі сприймання: захоплення, піднесення, зворушення, здивування, спокій, сум, меланхолія, гумор, вдячність чи, можливо, несприйняття. Створення умов для формування емоційної сфери – одне із найважливіших завдань естетичного виховання, адже духовне багатство особистості залежить від багатства її емоційної сфери.

Естетичні судження також відіграють важливу роль у формуванні естетичного смаку. Це чуттєва категорія, пов'язана з індивідуальним баченням та сприйняттям об'єктів або явищ, адже кожна людина унікальна. Вчені зауважують, що естетичний смак не є статичним, оскільки може розвиватися та змінюватися протягом життя, сприяючи покращенню якості життя людини.

Важливого значення у контексті естетичного виховання набувають естетичні переживання. Вони представлені почуттями людини при сприйнятті конкретних предметів чи явищ. Це можуть бути і позитивні, і негативні емоції в залежності від особистого ставлення до явища чи об'єкта. Почуття глибокого задоволення і захоплення, яке виникає у людини під час сприймання чи участі у створенні естетично привабливого явища чи об'єкта називається естетичною насолодою.

У процесі естетичного виховання формуються естетичні знання та естетична культура школяра.

Естетичні знання дозволяють людині розуміти, аналізувати та оцінювати естетичні об'єкти чи явища. Комплекс таких знань включає теоретичні основи естетики, розуміння особливостей різних видів мистецтва та їх синтез, знання з історії мистецтва, розвитку художніх стилів та напрямів, особливостей національного стилю, вміння аналізувати та інтерпретувати художні твори, а також наявність практичних навичок мистецької діяльності, тобто вміння створювати власні художні твори.

Естетична культура виступає як своєрідне поєднання особистісних якостей, які визначають критерії оцінювання прекрасного і потворного, почуття міри у власній творчості. Науковці виокремлюють такі компоненти естетичної культури:

- 1) естетична свідомість, основою якої є естетичне сприймання, що трансформується в естетичні погляди;
- 2) естетичні потреби – внутрішня необхідність у розвитку певних вмінь та досягненні певних естетичних цінностей;
- 3) естетична діяльність – процес реалізації творчих умінь, навичок, здібностей.

Естетична практика на основі творчої уяви створює у свідомості особистості особливе духовне утворення – естетичний ідеал, взірець естетичної досконалості, що сприяє духовному збагаченню та гармонізації життя людини.

Кінцевою метою естетичного виховання є формування естетичної компетентності особистості, яка проявляється у естетичному ставленні до навколишньої дійсності, готовності до естетичної діяльності. Така діяльність відображається у різних видах від організації естетичного середовища, пропаганди мистецтва, виявлення естетичної культури у взаєминах до конкретної практичної творчої діяльності у галузі мистецтва.

Таким чином, формування естетичної компетентності можна розглядати як системну діяльність, спрямовану на розвиток чуттєвої сфери особистості, умінь сприймати, інтерпретувати та оцінювати явища чи предмети за законами краси,

збагачуючи при цьому свій внутрішній світ, прагнення творити власні мистецькі цінності.

Людмила Масол наголошує, що у процесі загальної мистецької освіти формуються компетентності, які можна розподілити на три групи:

- ключові (універсальні, метапредметні),
- естетичні (міжпредметні, галузеві);
- мистецькі (предметні: музичні, образотворчі, хореографічні, театральні і т. д.) [32]

Міжпредметні естетичні компетентності, на думку Л. Масол, - "це складні особистісні утворення міждисциплінарного характеру, які формуються при опануванні різних видів мистецтва, а також передбачають здатність учня орієнтуватися в естетичних параметрах інших сфер життєдіяльності поза мистецьким колом відповідно до сформованих естетичних ідеалів і цінностей, системи інтегрованих художньо-естетичних знань і досвіду" [32, ст. 21]

Автор виокремлює універсальні компоненти даних компетентностей, які допомагають визначити зміст, засоби та основні результати навчання, виховання та розвитку учнів. До таких компонентів відносяться:

- аксіологічний – сприймання, інтерпретація, оцінювання мистецьких явищ;
- праксеологічний – практична художня діяльність;
- гностичний – ознайомлення з художніми мовами різних видів мистецтва;
- креативний – творче самовираження особистості;
- комунікативний – культура спілкування на теми мистецтва;
- гедоністичний – насолода від сприймання творів мистецтва.

Міжпредметна естетична компетентність визначає здатність учнів застосовувати знання, уміння, навички, способи діяльності, які належать до мистецьких навчальних предметів, щодо міжпредметного кола проблем. Тобто, це здатність використовувати естетичні знання в різних сферах діяльності та навчальних предметах.

Наталія Лемешева пропонує розглядати міжпредметну компетентність як поєднання двох складових: внутрішньо-галузевої та міжгалузевої компетентностей. Внутрішньогалузева компетентність, на думку автора, формується на основі спільного навчального мистецького матеріалу образотворчого та музичного мистецтва. Міжгалузева компетентність формується на основі міжпредметних зв'язків мистецьких дисциплін та інших наук. [82] У мистецькому освітньому процесі при формуванні міжпредметної естетичної компетентності провідну роль, на переконання авторки, відіграють духовне піднесення, радість від творчих успіхів, усвідомлення цінності мистецтва та практичної значущості набутого досвіду.

Основними елементами міжпредметної естетичної компетентності дослідники визначають наступні.

1. Критичне мислення та аналіз, що сприяють глибшому розумінню та оцінці естетичних явищ у контексті різних дисциплін. Вони дозволяють вивчати та оцінювати естетичні об'єкти з використанням методів та концепцій різних дисциплін, формулювати обґрунтовані судження на основі критичного аналізу, використовувати надійні джерела інформації про естетичні явища для формулювання власної думки.
2. Творче мислення дозволяє поєднати естетичні принципи та творчі підходи у різних сферах діяльності, таких як наука, математика, історія, література тощо. Воно сприяє розвитку здатності створювати нові ідеї, бачити зв'язки між різними дисциплінами, естетичні можливості та зв'язки у різних контекстах.
3. Інтерпретація та розуміння. Учні вчать аналізувати твори різних видів мистецтва, розглядати їх з різних точок зору. Розуміння художнього твору включає в себе знання контексту, у якому створено твір, здатність відчувати емоції, які передаються через нього, створення цілісного уявлення через інтеграцію знань з різних предметів, застосування власного досвіду для глибшого розуміння естетичних об'єктів або явищ.

4. Комунікативні навички важливі для ефективного спілкування про естетичні переживання, об'єкти чи явища. Через спілкування проходить обмін естетичними судженнями, оцінками, виявляється розуміння мистецьких концепцій, глибина естетичних знань, використання відповідної термінології.
5. Естетична чутливість особистості, що проявляється у здатності тонкого сприйняття краси та гармонії в навколишньому світі, розуміння естетичних проявів у повсякденному житті.

Отже, термін "міжпредметна естетична компетентність" багато дослідників і теоретиків розуміють як здатність учня орієнтуватися в естетичних проявах різних сфер його життя. Цей термін часто використовується в освітніх програмах з метою культурного та інтелектуального розвитку особистості, формуванню здатності швидко реагувати на запити часу.

На різних етапах історичного розвитку людства існували різні теорії та підходи до естетичного виховання особистості. Кожна епоха внесла свої нюанси у розуміння його суті, цілей та значущості. Естетичне виховання, маючи складну внутрішню структуру, в той же час завжди невід'ємно присутнє у інших напрямках виховання та у реальному виховному процесі. На рівень естетичного виховання, вибір тих чи інших його засобів, форм, методів впливав естетичний розвиток особистості, народу і суспільства.

Важливої ваги набуло естетичне виховання ще в період Античності, адже тоді воно було основою і змістом суспільного виховання у стародавній Греції. Нова естетична доктрина Середньовіччя, якій притаманні аскетизм та несприйняття почуттів, перестала вважати мистецтво засобом виховання. Епоха Відродження проголошує ідеалом універсальну розвинену людину, у якій існує гармонія духа і тіла. Естетичне виховання стало одним із найважливіших видів діяльності гуманістів епохи Відродження та описане в цілому ряді трактатів.

Виховання цілісної, гармонійно розвиненої особистості стало в центрі уваги німецької класичної естетики Шиллера, Гете, Гегеля. Саме Шиллер

вперше ввів термін "естетичне виховання" та вважав його достатньою умовою для важливих соціальних перетворень.

Із розвитком наукової думки з'являється чимало теорій та підходів до естетичного виховання як в Україні, так і за її межами.

Однією із ключових концепцій у філософії мистецтва та естетики є теорія естетичного досвіду Джона Дьюї, викладена у його книзі "Мистецтво як досвід" (1934 р.). Дана теорія пропонує глибоке розуміння того, як відбувається процес формування естетичного досвіду і як він впливає на людину.

Джон Дьюї стверджує, що естетичний досвід не є пасивним сприйняттям, але активним процесом взаємодії між людиною та її оточенням. Автор вказує на важливість особистого досвіду у сприйнятті мистецтва, що включає у себе інтеграцію попередніх та нових вражень. Такий досвід не обмежується тільки високим мистецтвом, а може виникати у повсякденному житті: у природі, спорті, ремеслах тощо. Тому людині важливо навчитися бачити красу у звичайних буденних речах та діяльності.

Ключову роль у естетичному досвіді, на думку автора, відіграють емоції. Вони дозволяють глибше сприйняти мистецтво і виступають важливим елементом особистісного зростання.

Джон Дьюї вважає, що у мистецтві тісно пов'язані між собою форма і зміст – форма є виразником змісту, а зміст надає значення формі. І тільки гармонійне поєднання форми і змісту створює цілісне враження, є підґрунтям виникнення естетичного досвіду.

Теорія естетичного досвіду Джона Дьюї підкреслює важливість мистецтва у повсякденному житті та освіті, адже воно сприяє розвитку цілісної, чутливої та творчої особистості.

Сучасна педагогічна теорія і практика активно використовує загально-естетичні принципи, закладені у працях видатного українського педагога і теоретика освіти Василя Олександровича Сухомлинського. Його погляди на естетичне виховання співзвучні із сучасними тенденціями розвитку освіти, зокрема інтеграційним підходом.

Сухомлинський головним засобом та потужним інструментом естетичного виховання вважав мистецтво, заохочуючи використовувати різні його види у навчальному процесі як засіб розвитку уяви, емоційної чутливості та здатності до творчості. Видатний педагог не обмежував естетичне виховання окремими уроками чи заняттями, а пропонував інтегрувати його у всі аспекти навчального процесу від створення естетично привабливого середовища до організації свят і заходів. Сухомлинський вбачав тісний зв'язок естетичного виховання з моральним та інтелектуальним розвитком особистості, адже виховання естетичних почуттів допомагає людині усвідомити красу навколишнього світу, що, безумовно, впливає на формування її моральних орієнтирів та ставлення до інших.

Також педагог відзначав роль безпосереднього спілкування з природою, яке розвиває у дітей відчуття краси, гармонії та благоговіння перед життям. Природа, на думку Сухомлинського, є потужним засобом естетичного виховання через проведення екскурсій, спостережень за природними явищами та практичну діяльність на свіжому повітрі. Важлива роль у процесі виховання належить учителю, який має бути не лише наставником, але й носієм високих естетичних смаків, бути уважним до естетичних потреб дітей та стимулювати їх творчу активність.

Подібні підходи нам сьогодні демонструє Нова українська школа, у якій більше уваги приділяють грі, творчості, фізичній активності дітей, дбають про їхній емоційний та фізичний стан.

Сучасна наука має надзвичайно великий вплив на мистецтво, тому не дивно, що у духовному житті з'являється нова ідея синтезу наукової та художньої свідомості, тобто інтелектуалізації мистецтва.

Це сприяло появі інтеграційного підходу до питання формування міжпредметної естетичної компетентності. Даній проблемі присвячена значна кількість наукових праць таких видатних вчених, як Л. Б. Ахрімович, М. О. Грінченко, М. П. Загайкевич, О. М. Отич, О. П. Рудницька, А. К. Мартинюк, С. О. Соломаха, Л. М. Масол, Л. Г. Кондратова.

Інтеграційний підхід передбачає об'єднання знань, умінь, навичок з різних дисциплін для всебічного розвитку здібностей особистості у сфері естетики. Основними аспектами такого підходу крім об'єднання елементів різних предметів у навчальний процес є зв'язок з історією та культурою, практичне застосування знань через проєктну діяльність та створення естетичних об'єктів, процес активного навчання та розвиток навичок критичного мислення. Інтеграційний підхід про формування міжпредметної естетичної компетентності має ряд переваг. В першу чергу, він дає можливість учням отримати цілісне уявлення про мистецтво, оскільки вони бачать зв'язки між різними його видами, прослідковують їх взаємовплив. Значно підвищується мотивація до навчання через практичне застосування знань і навичок. Також важливим результатом є розвиток креативності, нових способів вираження себе через мистецтво.

Пошуки правильної траєкторії розвитку освітньої системи в Україні привели до застосування *компетентнісного підходу* в Новій українській школі. Такий підхід у вихованні трактується як особистісно-діяльнісний, оскільки учень є не пасивним об'єктом, а стає активним суб'єктом виховання. Компетентнісний підхід застосовується і при здійсненні естетичного виховання учнівської молоді.

Школа прагне сформувати у вихованців систему ціннісних ставлень, серед яких ціннісне ставлення до мистецтва. Воно формується у процесі естетичного виховання та проявляється у відповідній ерудиції, широкому спектрі естетичних почуттів, діях і вчинках, які пов'язані з мистецтвом.

Визнаючи основним чинником естетичного виховання мистецтво, при компетентнісному підході слід враховувати вікові особливості школярів. Важливими для опанування та оцінки мистецьких творів є художня та естетична освіченість, чітке уявлення про критерії художньої цінності твору. Набуття таких умінь і навичок можливе тільки у процесі безпосереднього залучення до багатства мистецьких творів, яке допоможе розвинути художні інтереси, смаки, потреби, ідеали, опанувати мови різних видів мистецтва, вміння сприймати, інтерпретувати та оцінювати художні твори та готовність використовувати особистий досвід у самостійній творчій діяльності.

Отже, міжпредметна естетична компетентність – це здатність особистості сприймати і розуміти прекрасне у повсякденному житті, мистецтві та дійсності, виявляти естетичне ставлення до світу у різних сферах діяльності, прагнути будувати своє життя за законами краси. Формування міжпредметної естетичної компетентності – це складний і багатогранний процес із використанням різних теоретичних підходів і методів. Проте важливою умовою цього процесу є створення таких умов, щоб учні могли не тільки отримувати знання, але й розвивати свої здібності у процесі взаємодії з різними видами мистецтва та культурними процесами.

2.2. Роль математики і музики у процесі розвитку естетичних смаків старшокласників

Естетичні начала, як вважають багато дослідників, відіграють важливу роль у педагогіці, оскільки пронизують усе життя людини, її побут, працю, соціальні зв'язки. Естетика не тільки збагачує духовний світ особистості та вдосконалює її діяльність, але і сприяє формуванню творчих здібностей, зміцненню моральних позицій особистості. Про це чітко зазначено у Концепції художньо-естетичного виховання учнів у загальноосвітніх навчальних закладах: "Мистецтво має унікальні можливості впливу на людину, тому художньо-естетичне виховання потрібно розглядати не лише як процес набуття художніх знань і вмінь, а, насамперед, як універсальний засіб особистісного розвитку школярів на основі виявлення індивідуальних здібностей, різнобічних естетичних потреб та інтересів" [36]

У Державному стандарті базової середньої освіти, що ґрунтується на засадах компетентнісного підходу до навчання у Новій українській школі, визначено перелік ключових компетентностей та наскрізних вмінь, визначено компетентнісний потенціал кожної освітньої галузі, який позначає її здатність формувати всі ключові компетентності. [72] У Державному стандарті художньо-естетичне виховання інтегрується у ширше поняття – культурна компетентність

особистості, "що передбачає наявність стійкого інтересу до опанування культурних і мистецьких здобутків України та світу, шанобливого ставлення до культурних традицій українців, представників корінних народів і національних меншин, інших держав і народів; здатність розуміти і цінувати творчі способи вираження та передачі ідей у різних культурах через різні види мистецтва та інші культурні форми; прагнення до розвитку і вираження власних ідей, почуттів засобами культури і мистецтва" [72]

У додатках до Державного стандарту базової середньої освіти визначено складники кожної компетентності, враховуючи специфіку освітньої галузі. Прослідкуємо, які можливості мають математична та мистецька освітні галузі для формування умінь і ставлень учнів при формуванні культурної (естетичної) компетентності (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

**Компетентнісний потенціал
математичної та мистецької освітніх галузей
для формування культурної компетентності**

	Уміння у галузі культурної компетентності	Ставлення у галузі культурної компетентності
Математична освітня галузь	- бачити математику у творах мистецтва; - будувати фігури, графіки, схеми, діаграми тощо; - унаочнювати математичні моделі; - здійснювати необхідні розрахунки для встановлення пропорцій, відтворення перспектив, створення просторових композицій	- усвідомлення взаємозв'язку математики та культури на прикладах із живопису, музики, архітектури тощо; - розуміння важливості внеску математиків у загальносвітову культуру
Мистецька освітня галузь	- орієнтуватися в культурному різноманітті, визначати вияви взаємодії між різними культурами та усвідомлювати їх внесок у сталий розвиток суспільства; - аналізувати способи вираження і передачі ідей у різних культурах за допомогою мистецтва; - розвивати власну емоційно-почуттєву сферу на основі сприйняття мистецтва і художньо-творчої діяльності;	- усвідомлення загальнолюдських, естетичних і художніх цінностей, транслятором яких є мистецтво різних регіонів світу; - виявлення пошани до мистецького надбання українського народу і гордості за нього, поваги і толерантного ставлення до культурного

	- інтерпретувати, давати естетичну оцінку явищам і об'єктам навколишнього середовища; - створювати художні образи засобами різних видів мистецтва; - продукувати ідеї та реалізувати їх; - відповідально ставитися до інтелектуальної і культурної власності; - визначати різні способи художньої комунікації між суб'єктами мистецького діалогу - розуміти значення комунікації в креативних індустріях	- різноманіття регіонів світу; - усвідомлення власної ідентичності у світовій культурній спадщині; - потреба пропагування національної культури через власну мистецьку діяльність. - розуміння необхідності збереження художнього надбання людства; - розуміння важливості естетичних чинників у повсякденному житті
--	---	--

Джерело: згруповано автором на основі [72, додаток 7, додаток 19].

Аналізуючи потенціал математичної та мистецької галузей освіти у формуванні культурної компетентності, слід зауважити, що мистецькі навчальні предмети, зокрема, музичне мистецтво, мають значно більше можливостей та інструментів естетичного розвитку особистості, ніж математика. Саме мистецтво відіграє ключову роль у формуванні культурної компетентності, оскільки забезпечує можливість багатого і різноманітного мистецького досвіду, що розвиває здатність особистості до сприйняття, розуміння та оцінки краси у всіх її проявах. Та слід зауважити, що математика є теж невід'ємною частиною естетичного розвитку, оскільки не лише надає практичні інструменти для створення естетичних об'єктів і явищ, але і сприяє розвитку інтелектуальних здібностей, які необхідні для розуміння та оцінки естетики. Естетичне виховання, що є органічною складовою формування особистості, також значною мірою впливає на активацію розумової діяльності дитини.

Українські дослідники вважають, що естетична компетентність має особистісно-діяльнісний характер та є важливою характеристикою розвитку людини. Під формуванням естетичної компетентності вони розуміють процес постійних якісних змін у ставленні до життя та мистецтва як результат цілеспрямованих впливів на неї школи, сім'ї та інших соціальних інститутів.

Естетичне виховання старшокласників є важливим компонентом їх загального розвитку та передбачає формування естетичних смаків, почуттів, мистецької ерудиції, здатності до сприймання художніх творів та творчої діяльності. На думку Н. Зацепіної, естетичний смак є інтегральною якістю особистості, стрижнем її культури; через процес смакового сприйняття формується ставлення до навколишнього середовища, становлення взаємозв'язків із світом. У смаках особистості виявляється її ставлення до життя, внутрішні прояви уподобань, прийняття чи неприйняття певних життєвих явищ. [32]

Провідну роль у формування естетичних смаків учнів відіграє цілеспрямований педагогічний вплив. "Смакова" палітра старшокласника особлива, а часом і суперечлива. Це зумовлено віковими та психологічними особливостями розвитку, впливу багатьох об'єктивних та суб'єктивних чинників. Тому надзвичайно важливою є роль вчителя, який в атмосфері співробітництва та доброзичливості, комунікації та креативності формує високі естетичні та художні смаки своїх учнів.

Дослідники вважають, що формування естетичних смаків старшокласників залежить від ряду джерел впливу, які відіграють важливу роль у розвитку їх естетичного світосприйняття.

Коротко проаналізуємо ті середовища, в яких формуються естетичні смаки підлітків.

Освітні заклади та позашкілля. Ключову роль у здійсненні естетичного виховання та формуванні естетичних смаків відіграють освітні заклади. Через вивчення таких предметів, як "Музичне мистецтво", "Образотворче мистецтво", "Мистецтво", "Література" учні знайомляться з різними мистецькими формами, розвивають естетичне сприйняття та світогляд. Поряд з цим естетичні елементи включені у викладання інших навчальних предметів, що сприяє формуванню міжпредметної естетичної компетентності. Немалий естетичний досвід старшокласники отримують під час позакласної діяльності, відвідуючи мистецькі гуртки та студії закладів позашкільної освіти.

Сім'я. Сім'я для кожної дитини є тим середовищем, у якому формується її особистість, тому вона має потужний арсенал засобів і можливостей впливу на виховання, у тому числі й естетичне. Вагомим виховним аргументом сім'ї, в першу чергу, є особистий приклад батьків, які розуміють, цінують красу у житті та мистецтві. Виховують дітей і щоденні звички членів родини, манера поведінки, оздоблення житла, святкові народні традиції та залучення до активної художньої творчості, у процесі якої збагачується свідомість, розширюється кругозір та життєвий досвід дитини. Розвиток тих чи інших якостей особистості залежить від сімейної атмосфери та характеру стосунків, освітнього та культурного рівня батьків, їх життєвого досвіду. [62]

Молодіжне середовище. Багато в чому формування естетичних смаків старшокласників залежить від молодіжного середовища і від впливу смаків його лідерів. Дія цього середовища проявляється через дружні стосунки, залучення до молодіжних субкультур, соціальних мереж чи творчих спільнот. Естетичні смаки активно формуються у процесі обміну творчими ідеями, знахідками, роботами, участі у творчих форумах, відслідковуванні модних мистецьких трендів, відвідуванні фестивалів, концертів, виставок, творчих майстер-класів та інших цікавих подій. Творче молодіжне середовище стимулює молодь до пізнання різноманітності світу мистецтва, культури, самовираження, що є важливим стимулом особистісного розвитку.

Масова культура та медіа. Естетична вихованість вважається результатом впливу навколишньої дійсності, тому, зважаючи, що сьогодні молодь живе у просторі медіа, основну частину естетичних уявлень вона отримує саме з медіасередовища. Через засоби масової культури, зокрема телебачення, популярну музику, моду та рекламу, соціальні мережі, молодь отримує широке розмаїття естетичних вражень, які визначають сприйняття краси, стилю та творчості. Вплив медіа можна розглядати як фактор культурного розвитку, засіб формування аудіовізуального мислення, форму керування інтересами і потребами у галузі музики, кіно, телебачення.

Науковці справедливо вважають, що формування естетичних смаків старшокласників не обмежується тільки педагогічним впливом. Воно акумулює різноманітну діяльність різних суспільних ланок від сім'ї, школи, позашкільних закладів до різноманітних медіазасобів, Інтернету тощо. Не слід нехтувати також такими важливими чинниками процесу естетичного виховання як спадковість, виховне середовище та характер виховання.

Розглядаючи педагогічний вплив на формування естетичних смаків, слід акцентувати увагу на тому, що вагомий внесок у розвиток естетичної компетентності старшокласників покликані зробити і викладачі математики, оскільки математика має значний виховний потенціал, який потрібно використовувати у повній мірі.

Питанням формування естетичної компетентності учнів у процесі викладання математики значну увагу присвятила українська науковець Інна Білан. Вона вважає, що вміння творити красу, жити за її законами, відрізнити прекрасне від потворного людина опановує під час вивчення різних дисциплін, зокрема і математики, адже навчання значним чином впливає на поведінку та світогляд учня. Процеси навчання і виховання перебувають у нерозривній єдності, оскільки вони спрямовані на особистість учня і виступають як особистісна взаємодія між учнем і вчителем, коли викладач попутно прищеплює виховні настанови учням. [6] Застосування методів естетичного виховання у кожній віковій категорії дітей відзначається специфічними особливостями, що відповідають розвитку дитини та її потребам. Важливо, щоб педагоги, які працюють зі старшокласниками, розуміли естетичний розвиток не як самоціль, а як важливу умову гармонійного виховання людини, її самовизначення та самореалізації.

Інна Білан, аналізуючи підходи викладачів на різних рівнях освіти до реалізації естетичного виховання під час викладання математичних дисциплін, виокремлює сім принципів формування естетичної компетентності на заняттях з математики. [4]

Перший принцип – системність навчання. Цей принцип передбачає цілісність, послідовність та взаємозв'язок усіх елементів навчального процесу. Системність навчання проявляється у відповідності мети навчання його методам та засобам, цілісності математичних знань, погляді на математику з точки зору естетики.

Другим принципом є гуманізація математичної освіти, що передбачає інтеграцію гуманістичних цінностей і підходів у навчальний процес. Головним завданням такого процесу має стати розвиток особистісних якостей учня, його творчих здібностей, критичного мислення та соціальної компетентності. Одним із принципів гуманізації в освіті є міждисциплінарний підхід, який демонструє зв'язок математики з іншими предметами, зокрема і мистецькими.

Третій принцип – демократизація навчання. Цей підхід передбачає побудову такого навчального середовища, у якому кожен учень має можливість реалізувати свій потенціал, отримати підтримку для свого розвитку, де панує атмосфера співпраці між учителем та учнем і конструктивний діалог.

Четвертим важливим принципом є креативність у викладанні математики. Вона може значно підвищити мотивацію учнів, допомогти у розумінні складних концепцій та розвинути критичне мислення. Використання нестандартних методів та інноваційних підходів робить навчання більш цікавим і продуктивним.

П'ятий принцип – принцип індивідуальності, який передбачає орієнтацію на унікальні особливості кожного учня, врахування його здібностей та інтересів, темпу розвитку та навчальних потреб. Цей принцип потребує застосування особистісно-орієнтованого підходу з метою максимальної реалізації потенціалу кожної дитини у вивченні математики.

Шостим принципом формування естетичної компетентності на уроках математики І. Білан бачить планування. Саме планування є ключовим для забезпечення систематичності, послідовності, ефективності навчального процесу. Воно передбачає визначення цілей, розробку навчальних планів та етапів їх реалізації, аналіз результативності та можливість внесення коректив.

Створення системного і послідовного процесу навчання можливе саме за наявності чіткого продуманого планування.

Сьомий принцип – комп'ютеризація. Процес впровадження комп'ютерних технологій у викладання математичних дисциплін сприяє підвищенню ефективності, вдосконаленню навчального процесу, презентації навчальних матеріалів.

Досліджуючи вплив математики на естетичні смаки старшокласників, ми зрозуміли, що багато науковців вбачають математичну красу у гармонії чисел і форм, стрункості і довершеності математичних формул, витонченості доведень, універсальності математичних методів чи можливості багатоваріантного розв'язання завдань. І. Білан стверджує, що "математика дає найважливіший критерій наукової краси — єдність в різноманітті, розкриває перед людиною красу внутрішніх зв'язків, що існують в природі, і вказує на внутрішню єдність всесвіту". [6]

Проте тільки в процесі творчої діяльності вчителя і учнів можна розкрити естетичний потенціал математики. Така діяльність проявляється під час розв'язування складних завдань, коли учні створюють просту наочну модель, що відображає основні риси явища, яке потрібно вивчити. Тоді краса і витонченість розв'язання визначається незвичністю підходу до вирішення завдання.

Математичні задачі повинні не тільки слугувати конкретним цілям навчання, але й розвивати математичне та творче мислення учнів, вміння бачити прекрасне в світі, підвищувати інтерес до математики. Важливою обставиною усвідомлення естетики завдання є інтерес до змісту його умови, за необхідності посилений цікавим фактом чи ілюстрацією. Також не менш важливим у відчутті певного естетичного задоволення виступає креслення – гармонійне, струнке, красиве. Під час розв'язання подібний "красивих" задач важливо формувати бажання розв'язати завдання красиво, адже саме витонченість, краса, стрункість, лаконізм розв'язку засвідчують високий ступінь знання, інтелекту, майстерності математика.

Погоджуємося з С. Олійник, яка доводить, що математична задача сприятиме розвитку естетичних смаків учнів, якщо вона відповідає певним вимогам:

- ✓ умова завдання цікава для учня; геометричне завдання супроводжується красивим малюнком;
- ✓ завдання володіє великим ступенем спільності;
- ✓ завдання може встановлювати цікавий факт, здебільшого несподіваний;
- ✓ у рішенні захована "родзинка", водночас воно наочне і дивно просте;
- ✓ бажано запропонувати кілька способів розв'язання завдання. [52, ст. 7]

Під час викладання математичних дисциплін важливо знайти можливості розповідати учням про мистецтво, ознайомити їх із репродукціями картин, музикою, літературними творами, зразками архітектурних споруд, бо це допомагає формувати почуття симетрії, пропорцій, просторову уяву, значно сприятиме запам'ятовуванню навчального матеріалу і, безумовно, формуватиме естетичні смаки та вподобання учнів.

Розвиток творчого мислення активізується під час використання комп'ютера у процесі вивчення математики. М. Жалдак пов'язує це із потребою концентрувати педагогічну увагу на формуванні вміння використовувати навчальний матеріал замість збільшувати обсяг його засвоєння. [31] Використання будь-яких різновидів інформаційних технологій на уроках математики є не лише однією із сучасних тенденцій розвитку освіти, але й значно сприяє розвитку творчих здібностей учнів, виховує естетичний смак, слугує потужним стимулом мотивації навчання.

Результатом активного вивчення естетичної сторони математики стало те, що відомі математики-дослідники у своїх працях пропонують формули "математичної естетики", де часто краса математичного об'єкта зумовлена взаємодією його узагальненого образу, створеного нашою психікою, і оригінальності, що виділяє цей об'єкт з-поміж нескінченної кількості інших.

Наприклад, формула Г. Біркгофа має такий вигляд: $M = \frac{O}{C}$, де M – міра краси об'єкта, O – міра порядку, C – міра зусиль для розуміння сутності об'єкта. В. Г. Болтянський пропонує свою формулу "математичної естетики":

краса = наочність + несподіванка + простота + ... [10, ст.6]

Ці формули доводять, що краса математичного об'єкта зумовлена взаємодією з можливостями нашої психіки, його оригінальністю, зусиллями, затраченими на розуміння та засвоєння об'єкта, а також порядком і простотою.

За умови правильно налагодженого педагогічного процесу формування міжпредметної естетичної компетентності на уроках математики його результатом має стати зацікавленість учнями математикою, підвищення мотивації до вивчення цього нелегкого предмету. Цьому сприяє успішне вирішення педагогом ряду завдань, а саме: як прищепити бачення краси в математичних завданнях, смак, інтерес, як розвивати творчість у підходах до вирішення математичних задач.

Дослідження різних аспектів взаємодії математики і музики у сфері формування естетичних смаків старшокласників виявило, що не менш важливим є застосування математичних підходів при вивченні мистецьких дисциплін. Опановуючи мову мистецтва, учні виробляють ряд умінь, які пов'язані з інтеграцією засад математичної компетентності в мистецькі дисципліни. Серед них:

- ✓ уміння застосовувати математичні поняття і категорії під час створення художніх робіт;
- ✓ використання математичних знань для пояснення виразності, структури художніх творів;
- ✓ здійснення необхідних розрахунків для встановлення пропорцій, відношення між величинами, запису ритму;
- ✓ використання медіа ресурсів для створення сценічних композицій;
- ✓ логічна презентація власної творчості.

Учні усвідомлюють взаємозв'язок математики і мистецтва як універсальних мов, важливість художньо-образного і математичного мислення у становленні особистості, розуміють вплив художнього пізнання на розвиток математичних здібностей. [72]

У системі формування естетичних смаків старшокласників провідну роль відіграє музика. Музика здатна безпосередньо діяти на почуття дитини. Музичні заняття, прослуховування та виконання музики допомагають формувати патріотизм, моральні переконання, естетичні ідеали, художні смаки, розширювати кругозір. Музичне виховання відкриває людині найкоротший шлях до краси та досконалості.

Проблемі впливу музики на естетичне виховання учнів присвячена значна кількість наукових праць та досліджень українських авторів. Зокрема, Оксана Рудницька переконувала, що «...саме музика, яку вирізняє процесуальність, відсутність будь-якої наочної конкретності, предметного зображення, хронології подій, якнайбільше вимагає від сприймаючого емоційної чутливості, фантазії, творчої ініціативи, асоціативного мислення, спостережливості, тобто тих якостей, що іноді бувають кориснішими для людини, ніж отримана нею сума знань» [63, с.127]. Олександр Ростовський визнавав, що виховання музикою – не ізольований процес, воно пов'язане із соціальним і загальним психічним розвитком та є невід'ємною частиною становлення цілісної особистості людини. Олена Берестенко визнає музику одним із найважливіших факторів формування духовної культури людини через вплив на розвиток емоційної сфери, здатність любити, захоплюватися, співчувати, розуміти інших і себе самого. Ольга Олексюк також вважала, що засобами музичного мистецтва, зокрема фольклору, треба формувати основні компоненти духовного світу молоді.

Ірина Слятіна, досліджуючи проблеми естетичного виховання підлітків засобами музики, вказує на те, що в цей віковий період учнів активно пізнають красу у житті та мистецтві, визначаються зі своїми естетичними смаками, уподобаннями та ідеалами. Музика стає для них джерелом емоційних переживань, активного спілкування, проте, часто їм бракує досвіду для

успішності такого діалогу. Вирішити цю проблему можливо завдяки педагогічній допомозі школи, сім'ї, позашкільних закладів тощо.

Естетичне виховання засобами музики, на думку І. Слятіної, покликане вирішувати ряд актуальних завдань, серед яких:

- формування основ музично-естетичної культури;
- збагачення естетичного досвіду учня;
- формування необхідних вмінь і способів естетичного освоєння музичних творів;
- розвиток естетичних здібностей учнів.

Оскільки вирішення завдань естетичного виховання – динамічний всебічний процес, що здійснюється постійно під впливом сукупності різних чинників, у сучасній педагогіці виокремлено ряд підходів до визначення музично-естетичної вихованості підлітків (табл. 2.2)

Таблиця 2.2.

Підходи до визначення музично-естетичної вихованості підлітків

Назва підходу	Суть підходу
Соціологічний	Визначення кількісних та якісних показників взаємодії учнів з музикою
Гносеологічний	З'ясування інформаційно-пізнавальної основи ставлення учнів до музичного мистецтва
Мистецтвознавчий	Визначення місця і ролі окремих видів та жанрів музичного мистецтва у процесі музично-естетичного виховання підлітків
Аксіологічний	Розкриття особливостей сприйняття естетичних цінностей дійсності та мистецтва, виявлення ролі естетичного ставлення
Психологічний	Визначення ролі та впливу внутрішніх чинників на музично-естетичну вихованість учнів підліткового віку

Культурологічний	Розкриття можливості встановлення плідного діалогу підлітків з музичним мистецтвом.
------------------	---

Джерело: згруповано автором на основі [70, ст. 78].

Музично-естетична вихованість – це інтегрована властивість особистості, процес формування багатьох важливих умінь та якостей, який допомагає у визначенні особистих смаків, уподобань та перспективи їх якісного зростання. Можливість встановлення діалогу старшокласників з музикою ймовірна, якщо вони володітимуть вміннями самостійно її сприймати, аналізувати й оцінювати, творчо інтерпретувати, виявляючи необхідну активність та самостійність.

Психологічною особливістю старшокласників, порівнюючи із раннім шкільним віком, є наявність якостей самоаналізу, рефлексії. Підлітки здатні до суб'єктивної оцінки дійсності та мистецтва, що є початком формування естетичної свідомості особистості. Таке формування передбачає активне становлення переконань, поглядів, розвиток естетичних смаків, естетичної культури.

Важливим показником духовних потреб підлітків є ставлення до музики, яка особливим чином впливає на підсвідомість, емоційно-чуттєву сферу. Мотивом занурення дитини у світ музики може бути прагнення саморозвитку, самовдосконалення, потреба міжособистісного чи колективного спілкування, організація приємного дозвілля. Підлітки легше висловлюють свої переживання та емоції через експресивність та ритмічність музики, будують комунікацію з ровесниками на основі музичних уподобань та вражень.

Досліджуючи роль математики і музики у формуванні естетичних смаків старшокласників, ми приходимо до висновку, що обидві дисципліни мають унікальні засоби впливу на естетичне виховання особистості.

Математика розвиває вміння бачити красу в логічних структурах, симетрії, числових закономірностях. Вона сприяє розвитку аналітичного та логічного мислення, необхідних для оцінки естетичних об'єктів. Вивчення математики допомагає учням зрозуміти основи перспективи, пропорцій у скульптурі та архітектурі.

Музика безпосередньо впливає на емоції та розвиває чуттєве сприйняття, допомагає відчувати красу звуку, мелодії, ритму та гармонії. Через глибокий взаємозв'язок музики та інших видів мистецтва створюється комплексний художньо-естетичний досвід особистості. Заняття музикою розвивають творчі здібності, уяву, вчать учнів самовираженню через мистецтво, тому не дивно, що вчені рекомендують з дитинства прищеплювати любов до музичного мистецтва. Адже незалежно від способу взаємодії з музикою, дитина набуває вміння концентрувати увагу, сприймати та аналізувати велику кількість інформації, запам'ятовувати факти, розвивати абстрактне мислення.

Багато науковців вказують на значний взаємовплив математики та музичного мистецтва, що є важливим чинником не тільки формування естетичних смаків, але й розвитку як математичного, так і музичного мислення.

Це доводять результати численних досліджень, які демонструють – діти, що грають на музичних інструментах, здатні виконувати більш складні арифметичні дії, ніж діти, які не займаються музикою. Вчені виявили, що за вирішення математичних задач та обробку музичної інформації відповідає одна і та ж ділянка головного мозку.

Навчання музики пов'язане з читанням, розумінням та запам'ятовуванням нотних текстів-символів, що в свою чергу полегшує запам'ятовування математичної символіки. Під час музикування розвивається творча та просторова уява, інтуїція, покращується логічне мислення. А під час гри на музичному інструменті, коли дві руки виконують різні партії, одночасно працюють обидві півкулі головного мозку, на відміну від розумових операцій, коли задіяна тільки одна півкуля.

Поступове копітке вивчення музичного твору, увага до дрібних деталей та дисципліна під час навчання гри на музичному інструменті є чудовою основою для розвитку математичних навичок. Дослідники стверджують, що емоції, які викликані творами мистецтва, стимулюють роботу думки, здатні розвивати теоретичне мислення. Тобто, мистецтво сприяє розвитку і посиленню математичних здібностей, підвищує їх якісний та кількісний рівень.

На початку 90-х років XX століття вчені Каліфорнійського університету повідомили про результати експерименту і ввели таке визначення, як "ефект Моцарта". Згідно з теорією, прослуховування музики Вольфганга Амадея Моцарта може підвищувати інтелектуальні та когнітивні здібності людини, особливо часово-просторове мислення. "Ефект Моцарта" підтверджує важливість музики для розвитку інтелектуальних здібностей та загального благополуччя людини.

Заняття математикою також значно впливають на музичні здібності дитини. Завдяки математичним завданням розвивається аналітичне, просторове та абстрактне мислення, увага до деталей, покращується пам'ять, виробляються навички вирішення проблем. Математичні навички допомагають музикантам краще розуміти та запам'ятовувати музичні структури, а регулярне вирішення математичних задач, як і практика гри на музичному інструменті, сприяють розвитку дисципліни та концентрації уваги.

Тому очевидно, що математичні здібності та музична діяльність мають сильний взаємозв'язок. Регулярні заняття музикою сприяють розвитку різних аспектів математичного мислення, а заняття математикою покращують та впорядковують музичні здібності. Цей взаємозв'язок між математикою і музикою акцентує важливість інтегрованого підходу до навчання, заснованого на об'єднанні різних областей знань для досягнення освітніх цілей.

Висновки до II розділу

Компетентнісний підхід як сучасна вимога до організації освітньої діяльності в Україні націлений на підготовку учнів до викликів сьогодення через орієнтацію на розвиток не тільки знань, але й умінь, навичок, ставлень, необхідних для успішної реалізації у житті, досягнення поставленої мети.

Міжпредметна естетична компетентність сприяє загальному розвитку особистості, оскільки передбачає здатність учнів сприймати, аналізувати, інтерпретувати та створювати естетичні об'єкти, при цьому використовуючи

знання і навички з різних навчальних дисциплін. Основними елементами міжпредметної естетичної компетентності вважають критичне і творче мислення, здатність до розуміння та інтерпретації естетичних об'єктів і явищ, комунікативні навички, естетичну чутливість особистості.

На різних етапах історичного розвитку людства існували різні теорії та підходи до естетичного виховання, тому на його рівень, вибір тих чи інших його засобів, форм та методів впливав естетичний розвиток особистості, народу і суспільства загалом.

Естетична компетентність ґрунтується на поняттях, які складають зміст естетичного виховання особистості: естетичне сприйняття, естетична культура, естетичні смаки, судження, почуття, переживання, знання, і найбажаніший результат сформованої естетичної компетентності – прагнення і можливість естетичної діяльності.

Естетичне виховання виступає невіддільною складовою частиною виховного процесу. Хоча основою для естетичного виховання виступає мистецтво, воно повинно здійснюватися на всіх напрямках навчальної та виховної діяльності. Ми дослідили середовища, які мають найбільший вплив на формування естетичної культури старшокласника, а це освітні заклади та позашкільня, сім'я, молодіжне середовище, масова культура та медіа. Зважаючи на психологічні та фізіологічні особливості підлітків та наявність у них якостей самоаналізу, рефлексії, у цей період надзвичайно важливо запустити процес формування естетичної свідомості, адже відбувається активне становлення переконань, поглядів, естетичних смаків тощо.

Ми встановили, що на формування естетичних смаків старшокласників мають вплив і математика, і музика. Математика вчить бачити красу в логічних структурах, симетрії, числових закономірностях, сприяє розвитку логічного мислення, розкриває перед учнями красу пропорцій архітектурних та скульптурних об'єктів. Музика має чи не найбільше засобів для формування естетичного світогляду, адже впливає безпосередньо на емоції, розвиває внутрішнє сприйняття, уяву, творчі здібності та дає можливість для

самовираження через мистецтво звуків. Крім того, математичні і музичні здібності мають сильний взаємозв'язок. Заняття музикою сприяють розвитку математичного мислення, а математична діяльність покращує та впорядковує музичні здібності.

Отже, формування міжпредметної естетичної компетентності є важливим процесом розвитку здатності людини сприймати, оцінювати, інтерпретувати та створювати красу у різних видах мистецтва і повсякденному житті. Естетичне виховання є засобом набування емоційно-естетичного досвіду та важливою складовою гармонійного розвитку особистості. Саме тому формування естетичної компетентності повинно здійснюватися на всіх рівнях освітньої діяльності кожним педагогом зокрема.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ЕСТЕТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИКИ І МУЗИКИ

3.1. Підходи, форми і методи реалізації впливу математики і музики на формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників

У сучасній українській школі естетичному вихованню приділяється значна увага, адже метою освіти є гармонійний всебічний розвиток людини як особистості, освіта визначається основою культурного розвитку особистості та запорукою розвитку суспільства, об'єднаного спільними цінностями і культурою.

У структурі міжпредметної естетичної компетентності дослідники виокремлюють дві складові:

- ✓ внутрішньогалузева компетентність, що формується на основі спільного навчального матеріалу музичного та образотворчого мистецтв;
- ✓ міжгалузева компетентність формується на основі міжпредметних зв'язків мистецьких дисциплін з іншими навчальними предметами.

Досліджуючи взаємозв'язок математики і музики у процесі формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників ми розглядаємо саме міжгалузеву складову даної компетентності як поєднання точної науки (математики) і мистецької дисципліни (музики).

Запорукою успішності педагогічного процесу є, серед іншого, правильний та доцільний вибір методів навчання та виховання. У дидактиці метод навчання – це певний спосіб реалізації процесу навчання і досягнення мети через взаємодію педагога з учнями.

Методи навчання прийнято поділяти на загальні та спеціальні. Загальні методи застосовуються під час вивчення різних навчальних предметів, спеціальні методи допомагають опанувати окремі дисципліни.

На сьогодні існує велика кількість підходів до класифікації методів навчання. С. Мартиненко пропонує класифікацію загальних методів навчання на основі класифікації Ю. Бабанського (табл. 3.1) [41]

Табл. 3.1

Класифікація загальних методів навчання

Група	Назва групи	Види методів
I група	Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності	Словесні, наочні, практичні
		Індуктивні, дедуктивні
		Репродуктивні, творчі, проблемно-пошукові
		Методи самостійної роботи вдома та роботи під керівництвом викладача
II група	Методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності	Створення ситуації інтересу до навчання
		Пізнавальні ігри
		Навчальні дискусії
		Роз'яснення мети вивчення предмета
		Заохочення і покарання
III група	Методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності	Методи усного контролю
		Методи письмового контролю
		Методи лабораторно-практичного контролю
		Методи комплексного контролю
		Методи комп'ютерного (машинного) контролю
IV група	Бінарні, інтегровані методи	Бінарні методи
		Інтегровані (універсальні) методи

Джерело: згруповано автором на основі [41, ст. 59-60].

Підбір методів естетичного навчання має на меті засвоєння певних естетичних знань. Естетичне виховання більш всеохоплююче, воно визначає не тільки знання, але й характер людини. У процесі такого виховання естетика не просто засвоюється, а стає частиною самої людини.

Очевидним для багатьох науковців є той факт, що естетичне виховання має здійснюватися насамперед у діяльності, тобто треба навчити учнів не лише

віднаходити прекрасне у світі, але й самим створити щось прекрасне для світу. Відповідно, варто використовувати такі методи навчання, які стимулюватимуть активну пізнавальну та творчу діяльність учнів: словесні, наочні, практичні, репродуктивні, творчі, проблемно-пошукові, пізнавальні, бінарні та інтегровані методи.

Звідси можна визначити основні педагогічні підходи, які застосовуються для формуванні естетичної компетентності засобами математики і музики. Такими підходами є:

- ✓ інтегроване навчання;
- ✓ творчі завдання;
- ✓ експериментальне навчання;
- ✓ інтерактивне навчання.

Проаналізуємо запропоновані підходи у контексті нашого дослідження.

ІНТЕГРОВАНЕ НАВЧАННЯ.

Ідея інтегрованого навчання надзвичайно актуальна в сучасній українській педагогіці, оскільки її успішне застосування дає можливість досягнення високих результатів освітньої діяльності. Поняття "інтеграція" має багато трактувань у педагогічних дослідженнях попередніх часів та сьогодення, одне з яких трактує інтеграцію як зближення і зв'язок наук, що відбувається одночасно із процесом їх диференціації.

Міжпредметна інтеграція сприяє формуванню цілісної системи знань і вмінь особистості, дає можливість розвитку її творчих здібностей, сприяє мотивації до навчання, розуміння та засвоєння знань з різних дисциплін.

Сучасні дослідники виділяють три структурні рівні інтеграції навчальних дисциплін.

Перший рівень – використання міжпредметних зв'язків. Такий дидактичний принцип передбачає комплексний підхід до засвоєння змісту освіти, дає можливість всебічного розгляду важливих понять, відображення

взаємодії, що закладена в змісті навчальних предметів, реалізації виховного та розвивального навчання.

Другий рівень інтеграції – синтез взаємодіючих наук на основі базової дисципліни, або так званий внутрішньодисциплінарний синтез, що об'єднує в рамках одного предмета різні теорії.

Третій рівень – створення цілісної інтегрованої системи, зокрема, інтегрованого курсу. [55, ст. 29]

Вчені виокремлюють основні шляхи інтеграції знань (рис 3.1)

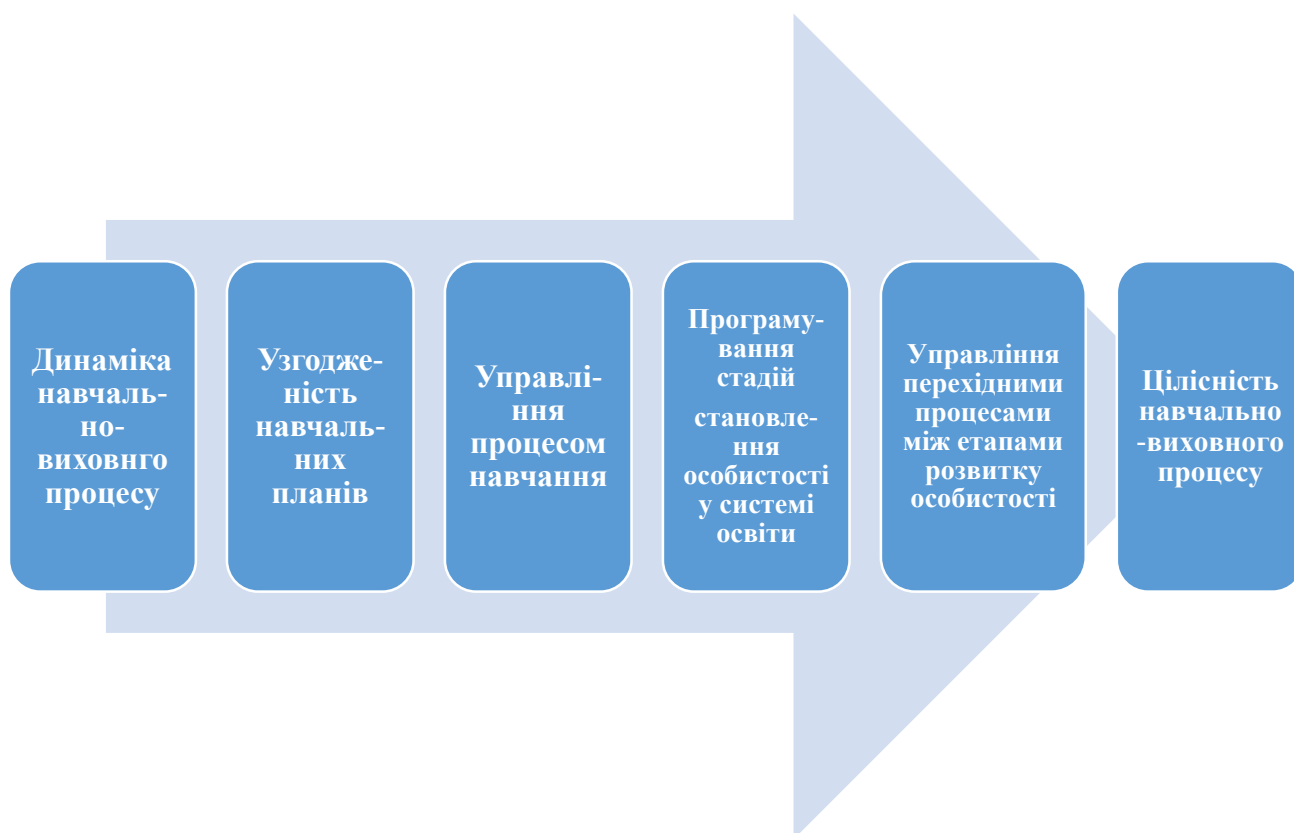


Рис. 3.1. Шляхи інтеграції знань

Взаємозв'язок математики і музики у процесі формування естетичної компетентності старшокласників виступає першим структурним рівнем інтеграції, а саме – використанням міжпредметних зв'язків. Із застосуванням принципу міжпредметної інтеграції вчителі заохочують учнів прослідковувати зв'язки між математикою і музикою, використовувати знання і навички з даних предметів, тобто руйнуються предметні межі та відкриваються можливості критичного усвідомлення інтеграції різних частин певного явища.

Для успішного впровадження міжпредметної інтеграції важливим є вибір форм і методів такої діяльності. У педагогічних дослідженнях виокремлено такі форми реалізації інтегрованого навчання (рис. 3.2)

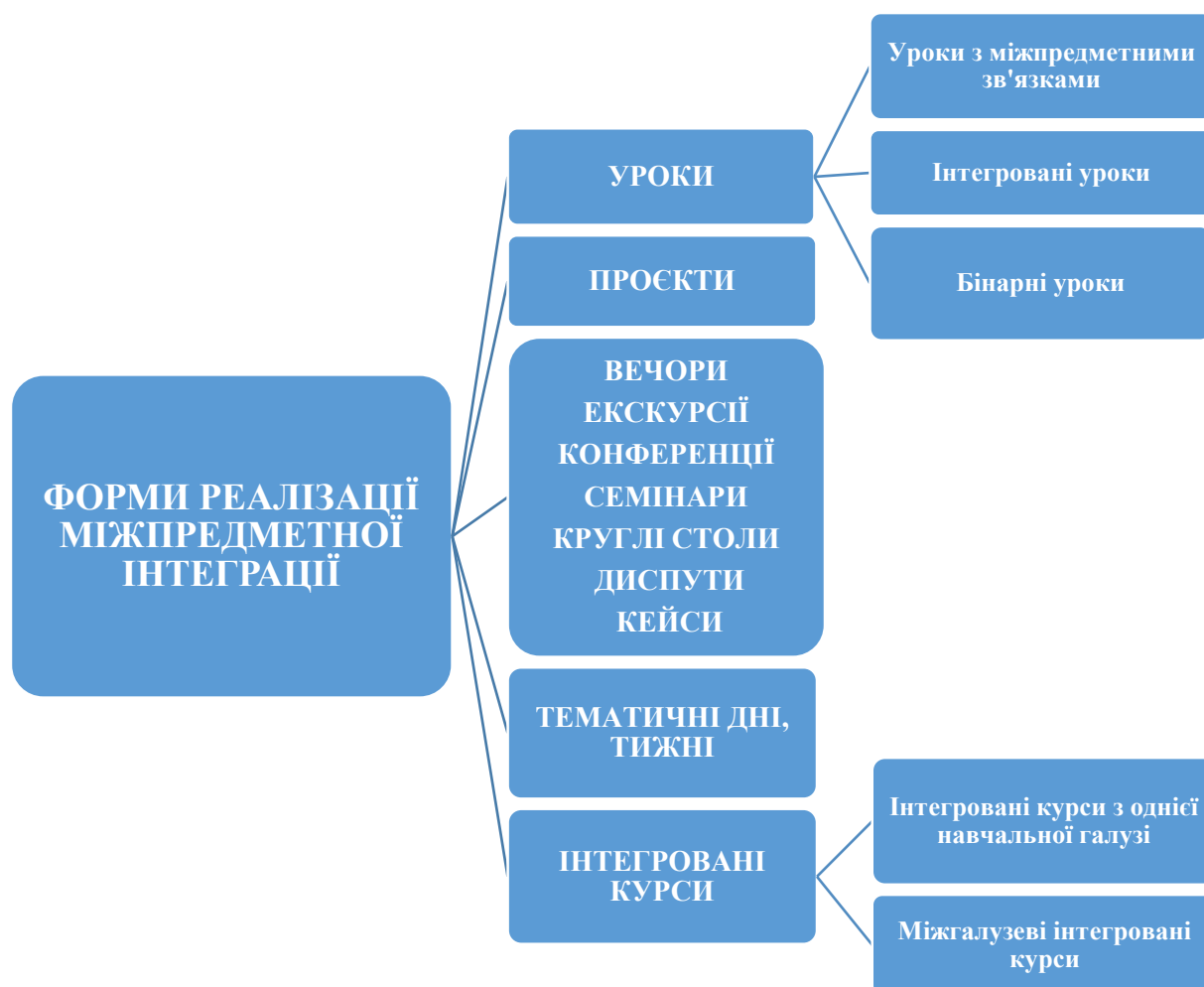


Рис. 3.2. Форми реалізації міжпредметної інтеграції

Реалізація міжпредметної інтеграції математики і музики впроваджується на уроках, структура змісту і форми яких повинна викликати інтерес в учнів та сприяти їх оптимальному розвитку і вихованню. Відповідно до рис. 3.2 міжпредметна інтеграція математики і музики може здійснюватися на уроках трьох типів:

- ✓ уроки з використанням міжпредметних зв'язків;
- ✓ інтегровані уроки;
- ✓ бінарні уроки.

Розглянемо кожен вид даних уроків у контексті нашого дослідження.

Уроки з використанням міжпредметних зв'язків передбачають включення запитань і завдань з матеріалу інших предметів, що мають допоміжне значення для вивчення певної теми. Це реалізується як короткочасні моменти, що допомагають глибше зрозуміти якесь конкретне поняття, тобто знання з інших галузей вкраплюються в логіку уроку основного предмета.

Наприклад, при вивченні теми "Дробби" вчитель математики використовує їх зв'язок із музичним розміром, який записується у формі дроби. Вчитель музики, пояснюючи дітям тривалості нот, використовує міжпредметний зв'язок з математикою, адже ноти і паузи можуть бути представлені дробами.

Під час **інтегрованого уроку** відомості різних навчальних предметів поєднуються навколо однієї теми, учні включаються в несхожі між собою види діяльності, які підпорядковані цій темі.

Наприклад, інтеграцію математики і музики можна застосувати при проведенні уроку "Українські народні танці" та розв'язування задач і вправ з теми "Рівняння". Кожен танець має свій ритм, темп, особливості, які можна визначити через математичні дії, розв'язування цікавих завдань. Такий підхід сприяє підвищенню інтересу учнів як до музики, так і до математики.

Бінарні уроки, подібно до інтегрованих, дозволяють поєднувати знання з різних галузей для вирішення однієї проблеми. Особливістю бінарного уроку є поєднання зусиль викладачів різних предметів у підготовці та проведенні уроку. Навчальний матеріал на такому уроці подається блоками різних предметів різними вчителями-предметниками. Для успішного проведення бінарного уроку педагогам варто проаналізувати матеріал, який є його основою, визначити вплив на рівень мотивації учнів та знайти найраціональніші форми проведення. До таких форм відносять урок-театр, урок-дослідження, урок-концерт, урок-подорож тощо.

Прикладом бінарних уроків математики і музики може бути урок "Дробби та ноти", "Пісня живе серед нас. Натуральні числа" та ін. Багато математичних тем можна розкрити за допомогою музичних понять, так само й уроки музики збагачуються присутністю математики.

У сучасній педагогічній практиці дуже широко використовують **метод проєктів** – метод, в основі якого розвиток пізнавальних, творчих навичок дітей, уміння самотійно вдосконалювати знання, орієнтуватися в інформаційному просторі та застосовувати навички критичного мислення. Проєктна діяльність пов'язана з цілепокладанням, плануванням та практичною реалізацією задуманого. Саме тому вона забезпечує зв'язок теорії в практики у навчально-виховному процесі та сприяє формуванню в учнів необхідних життєвих компетенцій.

Робота над проєктами для педагогів є можливістю знаходити багато цікавих тем для дослідження, робити навчальний процес цікавішим та інтенсивнішим. Математично-музичні проєкти можуть бути надзвичайно цікавими та корисними, оскільки поєднують аналітичне мислення і творчість, показують взаємодію математики і музики з точки зору гармонії і краси. Можна запропонувати учням такі напрями проєктної діяльності: "Музика чисел", "Графіки і музика", "Ритми та дробі", "Золотий перетин" (проєкт описаний у розділі 3.3 даного дослідження).

Реалізація міжпредметної інтеграції математики і музики може здійснюватися не тільки під час уроків, але і в позакласній діяльності – спеціально організованій виховній роботі в позаурочний час. Такі освітньо-виховні заняття виходять за межі обов'язкових навчальних програм, покликані підвищувати інтерес учнів до вивчення різних предметів, закріплювати уміння і навички, отримані під час уроків, розвивати здібності та виявляти обдарованості, виховувати високі моральні якості дітей, естетичне сприйняття.

Позакласна діяльність може бути систематичною, тобто проводитися протягом цілого навчального року, наприклад, предметні гуртки, випуски шкільних газет, радіопередач, та епізодичною – проводиться 1-2 рази на рік.

У контексті взаємозв'язку математики і музики доцільно використовувати епізодичні форми позакласної роботи, такі як предметні вечори, екскурсії, конференції, семінари, круглі столи, диспути чи кейси.

Самостійним видом позакласної роботи є **тематичний вечір**, який присвячується важливим проблемам чи знаменним датам, видатним постатям в історії чи конкретним навчальним темам на розсуд учителя. Протягом навчального року можна провести 1-2 тематичні вечори, адже вони потребують кропіткої підготовки, належного оформлення. Реалізуючи міжпредметні зв'язки з музикою, тематика вечорів може бути досить різноманітною: "Математика і музика – сестри", "Математика у творчості, творчість у математиці", "Музично-математичні приклади" та ін.

У структурі тематичного вечора часто використовують цікаві вікторини, конкурси, математичні фокуси чи розгадування математичних головоломок, репродукції відомих картин, пісні та поетичні твори про математику, видатних математиків.

Навчальна екскурсія є формою навчально-виховної роботи з учнівським колективом, що дозволяє організувати спостереження та вивчення певних процесів, явищ, предметів у природних умовах, музеях, на виставках тощо. Екскурсії розрізняють за змістом, тривалістю, місцем у навчально-виховному процесі. Вони бувають тематичними (у зв'язку з вивченням однієї або кількох пов'язаних тем) та комплексними (проводяться на основі взаємозв'язаних тем кількох навчальних предметів). Кожна екскурсія повинна бути чітко спланованою та організованою. Виділяють такі складові елементи екскурсій: тема екскурсії; об'єкт екскурсії; час проведення; оформлення результатів.

Прикладом комплексних екскурсій у контексті нашого дослідження може бути екскурсія до музею музичних інструментів з метою вивчення їх пропорцій, залежності звуку від розміру інструменту чи довжини струни тощо. Доцільно підводити підсумки екскурсій, узагальнювати та систематизувати отримані знання, ділитися враженнями та емоціями.

Більш глибокому вивченню предметів, формуванню міжпредметних компетентностей, розвитку комунікативних навичок і критичного мислення учнів сприяють такі форми позакласної роботи, як конференції, семінари, круглі столи, диспути, кожна з яких має свої особливості.

Учнівські конференції присвячуються презентації результатів певних досліджень, обміну ідеями та досвідом між учасниками. Учні можуть готувати виступи на обрану тему, а вчителі та запрошені експерти модерують захід та коментують ідеї учасників конференції. Цікавими темами у контексті взаємозв'язку математики і музики можуть бути такі, як, наприклад, "Математичні основи музики", "Математика і мистецтво", "Музика – математика почуттів, математика – музика розуму".

Семінари як форми позакласної роботи покликані до глибшого вивчення конкретної теми через інтерактивне обговорення і практичне застосування. При підготовці до семінару учні готують невеличкі дослідження або проекти, які вони презентують та обговорюють з учасниками заходу. Дуже часто семінари включають практичні завдання. Прикладом такої форми позакласної роботи може бути семінар "Ритми та числа", де учні практично досліджують вплив математичних концепцій на організацію музично-ритмічних послідовностей.

Рівні права учасників та можливість висловлювати власну думку забезпечує така форма роботи з учнями, як **круглий стіл**. Круглі столи присвячуються обговоренню важливої або дискусійної теми як наукового, так і загального характеру, висвітлюючи різні теорії та підходи. Цікавими для учнів можуть бути теми "Вплив музики на математичні здібності", "Математика плюс музика: історичний екскурс" тощо.

Обговорення суперечливих питань із висловлюванням різних точок зору і аргументацією позицій відбувається під час **диспутів**. Зазвичай учасники поділяються на дві або більше групи, які відстоюють протилежні точки зору на певне питання. Під час дискусії учасники, спираючись на особистий досвід, висловлюють оцінки, аргументують власну позицію, опановуючи вмінням зберігати витримку та спокій, сприймати критику, з повагою ставитися до думки опонента. Цікавою для учнів може стати тема диспуту "Чи може музика існувати без математики?", під час якого учні висловлюють аргументи "За" і "Проти", досліджуючи музику з точки зору мистецтва і науки.

Сучасний метод навчання – **метод кейсів** – дозволяє учням застосовувати теоретичні знання на практиці при вирішенні реальних або наближених до реальності ситуацій. Результатом застосування даного методу у навчально-виховному процесі є:

- ✓ відпрацювання навичок групової співпраці,
- ✓ підвищення індивідуального результату дитини, яка робить внесок у вирішення загальної проблеми, працюючи над окремим фрагментом завдання;
- ✓ відпрацювання вмінь систематизації інформації, її аналізу;
- ✓ вдосконалення навичок часового контролю;
- ✓ вміння презентувати результати своєї роботи;
- ✓ можливість застосування під час практичної діяльності набутих теоретичних знань.

Прикладами застосування методу кейсів математично-музичного напрямку можуть бути: "Створення економічно ефективного туру музичного гурту", "Оптимізація витрат на будівництво концертного залу", "Проектування музичних інструментів з використанням точних математичних розрахунків", "Створення алгоритму для генерації музики" та ін. Метод кейсів дозволяє не тільки практично закріпити отримані знання, але й розвивати творчий підхід та креативність.

Тематичні дні та тижні у процесі навчально-виховної роботи закладу освіти дають змогу об'єднувати блоки знань з різних навчальних предметів навколо певної теми, проблеми, маючи на меті інформаційне, емоційне, естетичне збагачення учнів. Такий підхід забезпечує формування у школярів цілісної картини світу, здатності до різнобічного сприймання предметів та явищ, сприяє розширенню знань.

При плануванні тематичного тижня важливим є вибір теми, яка буде цікавою для учнів, відповідних форм виховної діяльності, а також з'ясування очікуваних результатів. При проведенні мистецьких тематичних тижнів варто проводити такі заходи, як уроки математики з музичними елементами, квести чи

конкурси, де учні розв'язують математичні задачі, пов'язані з музикою, проекти, презентацій, лекцій, які висвітлюють взаємозв'язок цих навчальних предметів. При плануванні тижнів математики слід не оминати розкриття її впливу на різні сфери життя, зокрема і мистецтво.

Отже, інтегроване навчання – це гнучкий та динамічний метод, який налаштований до потреб та інтересів учнів. Перевагами такого навчання є усвідомлення комплексного підходу до явищ та об'єктів реального світу, більш чітке розуміння мети різних навчальних предметів та меж їх взаємодії, вдосконалення системного мислення та вміння бачити взаємозв'язки у навколишньому світі.

ТВОРЧІ ЗАВДАННЯ.

Наступним підходом, завдяки якому відбувається реалізація міжпредметного зв'язку математики і музики з метою формування в учнів естетичної компетентності є творчі завдання.

Дослідники стверджують, що жодна технологія навчання не буде ефективною без розвитку вміння творчого мислення. Українська школа покликана розвивати творчі здібності учнів, спираючись на індивідуальні здібності та обдарування. Залучення до творчості дає можливість учневі в повноті реалізувати свої знання, вміння, здібності, випробувати себе у різних видах діяльності, що сприятиме адекватній самооцінці можливостей, вибору правильного напрямку самореалізації.

Численні наукові дослідження доводять, що формування творчих здібностей дитини відбувається на основі задатків. Найбільш дієво такі здібності виявляються та проявляються під час діяльності, а найефективнішим стимулом розвитку будь-яких здібностей є активізований інтерес. Саме тому у процесі творчого розвитку учня перед педагогом постає ряд викликів, головними з яких є атмосфера взаєморозуміння, співтворчості, сприйняття особистості кожного учня у процесі навчання та створення умов для максимального розкриття творчих здібностей учнів. [54, ст. 14]

Існує умовна класифікація творчих завдань у педагогіці. Їх поділяють на такі види:

- ✓ творчі завдання за метою діяльності (для розвитку креативності, дослідницьких чи творчих навичок, комунікації і ін.);
- ✓ творчі завдання за кількістю учасників (індивідуальні, парні, групові);
- ✓ творчі завдання із використанням чи без використання інформаційних технологій;
- ✓ творчі завдання за місцем проведення (під час навчання у класі, вдома тощо).

Використання навчально-творчих завдань у процесі формування міжпредметної естетичної компетентності засобами математики і музики має на меті розвиток творчих здібностей учнів, опанування нових знань з даних предметів, покращення розумових і практичних вмінь.

Наведемо кілька прикладів творчих завдань.

Завдання 1. Складіть мелодію, де кожна нота відповідає числу з послідовності Фібоначчі.

Виконати таке завдання можливо з використанням музичного редактора чи музичних інструментів. Перші числа послідовності Фібоначчі 1, 1, 2, 3, 5, 8... можна використати для визначення висоти нот або ж тривалості кожної ноти в мелодії.

Завдання 2. Створити музичний твір, структура якого будується на основі золотого перетину ($1 : 1,618$)

При виконанні даного завдання довжина кожної частини музичного твору визначається за допомогою золотого перетину. За цим правилом визначаються і кульмінації кожної частини.

Завдання 3. Перетворіть графік математичної функції на мелодію.

В залежності від заданої функції, учні створюють мелодичну лінію, яка б відповідала її графіку. Можна комбінувати графіки різних функцій для створення цікавих мелодій.

Такі завдання не тільки роблять цікавішим вивчення математики і музики, але й допомагають учням зрозуміти взаємозв'язки між різними науками, тобто сприймати світ у всій його різноманітності і водночас єдності.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ НАВЧАННЯ

Педагогічна теорія експериментального навчання підкреслює роль безпосереднього досвіду у процесі навчання. Науковці вважають, що учні значно краще вчаться, активно залучаються до досвіду, коли застосовують вивчене у нових ситуаціях та контекстах. В освіті застосовують такі способи експериментального навчання, як стажування та учнівство, сервісне навчання, польове навчання, симуляції та рольові ігри.

У контексті взаємозв'язку математики та музики можливе застосування елементів експериментального навчання. Це стосується організації цікавих експериментів з вивчення акустичних явищ та їх математичних властивостей, дослідження різних акустичних ефектів, організації виступів, де учні будуть демонструвати свої експерименти з поєднання математики і музики тощо.

Під час організованого експериментального навчання учні отримують знання та розуміння через досвід, який має велику значимість у процесі навчання. Таке навчання сприяє розвитку інтегрованого мислення особистості, творчості та здатності до інноваційних рішень.

ІНТЕРАКТИВНЕ НАВЧАННЯ

Інтерактивне навчання відбувається за умови активної та постійної взаємодії всіх учасників навчального процесу. І учень, і вчитель виступають рівноправними, рівнозначними суб'єктами навчання, яке можна ще назвати співнавчанням, взаємонавчанням. Під час інтерактивного навчання учні працюють у невеликій групі, спільно розв'язують поставлену проблему, досягають бажаної мети навчання, і при цьому мають індивідуальну відповідальність один перед одним та рівні можливості для досягнення особистого успіху.

Інтерактивні технології навчання поділяються на чотири групи:

- 1) фронтальні технології;

- 2) технології колективно-групового навчання;
- 3) технології ситуативного навчання;
- 4) навчання у дискусії.

Методами інтерактивного навчання є такі методи, як відпрацювання навичок, мозковий штурм, робота у групах, мікрофон, дискусії, рольові ігри, аналіз історій та ситуацій і ін.

Інтерактивне навчання дає можливість зробити засвоєння знань доступнішим, навчити учнів формулювати та правильно висловлювати власну думку, слухати іншого та поважати альтернативні переконання, будувати конструктивні взаємини у групі, уникаючи конфліктів та шукаючи компромісів, розвивати навички проєктної діяльності, виконання творчих робіт.

З метою розвитку естетичної компетентності учнів засобами математики і музики можливе використання елементів інтерактивного навчання, наприклад:

- використання комп'ютерних програм, онлайн-ресурсів, які поєднують ці два предмети;
- організація музично-математичних проєктів;
- проведення інтерактивних опитувань та вікторин, дискусій з використанням мультимедійних матеріалів тощо.

Інтерактивне навчання може реалізовуватися через різні методи та технології у залежності від конкретних цілей та умов навчання.

Отже, міжпредметна інтеграція, яка стала невід'ємним елементом сучасної освітньої системи, дає можливість якісного застосування міжпредметних зв'язків, забезпечуючи цілісне бачення будь-яких проблем чи явищ. Запровадження різних видів інтеграції, зокрема інтеграції таких навчальних предметів, як математика і музика, є умовою переходу від репродуктивного до творчого діяльнісного підходу в освіті.

Впровадження математично-музичної взаємодії під час інтегрованого, творчого, експериментального чи інтерактивного навчання виступає потужним ресурсом для особистісного розвитку старшокласників, сприяє кращому розумінню навчальних предметів, є інструментом розвитку критичного

мислення, творчості та важливим чинником формування ключових компетентностей, в першу чергу естетичної компетентності.

3.2. Розробка та реалізація освітнього проєкту як методу інтеграції математики і музики у навчальному процесі

Застосування сучасних методів та підходів до навчання, індивідуалізації та диференціації навчальної діяльності на основі міжпредметних зв'язків на уроках суттєво сприяє активізації розумової діяльності учнів, розвитку їх компетентностей та наскрізних навичок.

Реалізація міжпредметних зв'язків повинна відбуватися у відповідності до дидактичних принципів навчання із застосуванням інноваційних форм, методів і прийомів у залежності від цілей діяльності, пізнавальних можливостей учнів та рівня їх підготовленості. Дослідники вважають, що найефективнішим методом реалізації міжпредметних зв'язків є метод проєктів.

За дослідженнями Н. Поліхун [59], проєктна діяльність вивчається теоретиками-педагогами з кінця XIX ст. Американські вчені Д. Дьюї, В. Кілпатрік, Е. Пархерст, Е. Колінгс визначають її як "навчання в дії", "природна дія", "діяльність по застосуванню засобів до поставленої мети на дослідницькому принципі". На початку XX ст. С. Шацький та Б. Ігнат'єв розглядали проєкти, як такі, що поєднують теорію з практикою та життєвими справами, навчають жити та є колективною суспільно корисною цільовою діяльністю. На межі XX-XXI століть проєктна діяльність активно вивчається такими вченими, як Н. Матяш, Є. Полат, Г. Гаджиєв, О. Коберник та ін. Вони інтерпретують проєкт як інтелектуальну та предметноперетворювальну діяльність, розв'язок прикладної проблеми, доведений до логічного завершення, результатом якого є набуття певної компетентності.

Відповідно до домінуючих видів діяльності у педагогічній теорії прийнято класифікувати проєкти як дослідницькі, творчі, рольові та інформаційні.

Дослідницькі проєкти повністю підпорядковуються логіці дослідження і за структурою близькі до істинно наукових досліджень. У процесі проєктної діяльності відбувається розв'язання наукової проблеми, виявлення її актуальності, визначення мети, завдань і предмета дослідження, шляхів реалізації, обговорення та оформлення результатів проєкту. Для реалізації дослідницьких проєктів використовують методи сучасної науки, наприклад, лабораторний експеримент, соціологічне опитування тощо.

Творчі проєкти не мають універсального підходу до структури спільної діяльності – все підпорядковується досягненню кінцевого результату. Таким результатом може бути організація свята чи випуск наукового журналу, виставка, створення відеофільму, буклету, театральна постановка тощо.

У рольових (ігрових) проєктах учасники обирають певні ролі залежно від змісту проєкту. У процесі роботи над рольовим проєктом учні моделюють ту чи іншу ситуацію, кожен грає свою роль. Це сприяє створенню живого, образного уявлення про предмет вивчення. Така гра сприяє мобілізації наявних знань, формуванню навичок самостійної роботи, творчого самовираження.

Педагоги-практики вказують, що у процесі вивчення математичних та мистецьких дисциплін варто залучати учнів до роботи над інформаційними проєктами. Такі проєкти мають свої особливості, а саме:

- спрямування на збір інформації про явище чи об'єкт та ознайомлення з цією інформацією учасників проєкту;
- структура проєкту включає мету, предмет інформаційного пошуку, джерела інформації, способи обробки інформації, результати пошуку, презентацію, висновки, практичну спрямованість;
- узагальнення зібраних фактів, аналіз інформації;
- дотримання продуманої структури проєкту, можливість корекції у ході роботи;
- обмін інформацією із залученням учасників різних вікових груп;
- чітко визначений кінцевий результат роботи над проєктом, зорієнтований на інтереси його учасників.

Використання методу проєктів у навчально-виховній діяльності дає можливість створити належні умови для розвитку індивідуальних здібностей та нахилів дитини, розвиває її творче мислення та інтелектуальні можливості. В залежності від організації проєктної діяльності учні вчаться самотійно, парно чи в групі реалізовувати поставлені завдання, шукати креативних підходів до вирішення певних проблем. Діти отримують можливість самотійного планування, організації та контролю своїх знань та дій, що допомагає сформувати у них важливих у майбутньому навичок прийняття рішень, управління часом, саморефлексії.

Досліджуючи процес міжпредметної взаємодії математики і музики з метою формування естетичної компетентності старшокласників, ми розробили і реалізували інформаційний проєкт для учнів 8-9 класів "Золотий перетин у мистецтві" (додаток А). Метою нашої діяльності було перевірити, яким чином впливає на розвиток естетичної компетентності учнів міжпредметна проєктна діяльність, пов'язана з математикою та музикою і мистецтвом. Показником такого впливу має стати результат тестування "Золотий перетин", яке проводиться перед початком роботи над проєктом і після його завершення.

Темою нашого інформаційного проєкту обрано дослідження математичної пропорції золотого перетину, яка протягом багатьох століть викликала значний інтерес дослідників і стала універсальним законом досконалості і краси не лише у математиці, але й у природі, мистецтві, архітектурі, естетиці, сучасних технологіях.

Поняття золотого перетину вперше ввів Піфагор близько 2500 років тому, проте існують факти, що знання про золоту пропорцію він запозичив у єгиптян та вавилонян. Письмові свідчення про золотий перетин наводяться у "Началах" Евкліда, але протягом багатьох століть після Евкліда про поділ відрізка у крайньому та середньому відношеннях ніхто не згадував. Інтерес до пропорцій золотого перетину зріс на початку епохи Відродження у зв'язку із потребами архітектури. Саме у цей період Леонардо да Вінчі назвав пропорції поділу відрізка у крайньому і середньому відношеннях золотим перетином.

Йоганн Кеплер (1571-1630) був затятим ентузіастом золоті пропорції та пов'язував її із будовою Сонячної системи. У кінці XVIII - на початку XIX століття з'являються перші роботи, які присвячувалися проявам золотого перетину у явищах та закономірностях біологічних об'єктів. В середині XX ст. інтерес до даної теми проявився з боку вчених у різних галузях знань. Але значне поживлення у дослідженнях відбувається в останні два десятиліття XX ст, де золота пропорція використовується як своєрідний методологічний принцип, що лежить в основі аналізу самоорганізуючих природних і технічних систем, їх гармонійної структури.

Дослідження взаємодії математики і мистецтва, зокрема, музичного, не може оминати увагою значення золотого перетину як важливого інструменту досягнення естетичної гармонії і краси. Тому учням запропоновано взяти участь у проєкті "Золотий перетин у мистецтві", що мав на меті дослідити застосування математичного закону в творах різних видів мистецтва, його вплив на сприйняття та естетику мистецьких композицій.

Для реалізації проєкту нами обрано учнів 8-9 класів, тобто старшокласників основної школи. Працюючи із даною віковою категорією дітей, не можна не враховувати їх вікові, фізіологічні та психологічні особливості.

У підлітковому віці провідною діяльністю дітей виступає особистісне спілкування як у навчальній, так і в інших видах занять. Головною стає потреба бути визнаним дорослими, яку підлітки реалізують через розвиток самостійності. Домінуючим мотивом поведінки стає бажання посісти достойне місце в колективі ровесників. Саме тому в цей період підвищується рівень соціальної активності, розвиваються здібності до рефлексії, осмислення свого внутрішнього світу, особистих якостей. Якщо раніше увага дитини була спрямована на пізнання оточуючої дійсності, то у підлітковому віці вона звернена до власної особи, що є мотивом до самоствердження у різних формах діяльності, зокрема і мистецької. На думку психологів, сприйняття підлітка є цілеспрямованим, організованим і планомірним, залежить від його ставлення до об'єкта сприйняття, і дуже часто інтерпретація художнього образу відображає

власні проблеми дитини. Учень старших класів здатний не тільки активно сприймати художні образи і символи, але й перетворювати їх у власні відчуття та підтверджувати власною творчістю.

Тому для ефективної співпраці зі старшокласниками важливо враховувати їх інтереси, надати їм можливість особистої відповідальності, визначити різні ролі для учасників, враховуючи їх сильні сторони та інтереси, надавати простір для творчості та самовираження, спрямовувати, а не контролювати, і, головне, забезпечувати конструктивний зворотній зв'язок у позитивному ключі.

Робота над інформаційним проєктом "Золотий перетин у мистецтві" проходила плановано та поетапно.

На початковому етапі ми розробили основні ідеї проєкту, дослідили вивченість проблеми, відбувся збір та аналіз даних, висловлено припущення про можливі результати роботи над проєктом та шляхи їх досягнення. На цьому етапі проведено початкове тестування учнів "Золотий перетин", результати якого порівнюються з результатами контрольного тестування після завершення проєкту.

Наступний етап – етап розробки. На цьому етапі відбувся відбір виконавців проєкту. Участь у проєктній діяльності передбачає активність та ініціативність учнів, тому важливою умовою є мотивація старшокласників.

Всіх учасників проєкту розподілено на чотири групи за бажанням учнів: "Історики", "Математики", "Музиканти" і "Мистецтвознавці". Кожна група на початковому уроці отримала запропоновані вчителем завдання та інструкції для подальшої роботи. Далі діти самостійно спланували роботу над проєктом, сформулювали бачення кінцевого результату роботи своєї групи та розподілили ролі. У процесі планування діти давали відповідь на важливі питання:

- ✓ чому ми працюємо над цим проєктом;
- ✓ чого від нас очікують;
- ✓ який кінцевий результат роботи нашої групи;
- ✓ коли потрібно розробити проєкт;

- ✓ яку інформацію слід зібрати;
- ✓ що нам потрібно для виконання даної роботи?

На етапі розробки проєкту нами визначено форми і методи керування і контролю, корекції у процесі проєктної діяльності, розроблено критерії її оцінювання.

На ключовому етапі – етапі реалізації проєкту – відбулося інтегрування та акумулювання всієї інформації по темі проєкту. Команди готували презентацію своєї роботи в обраній ними формі, розробляли необхідний наочний матеріал під гнучким контролем і коригуванням проміжних результатів роботи команд, координації роботи учнів.

Завершення проєкту – етап презентації результатів. Робота над проєктом "Золотий перетин у мистецтві" завершилася уроком-презентацією командних досліджень. Кожна команда представила свій кінцевий продукт роботи:

"Історики" виготовили багатосторінковий буклет "Історія золотого перетину";

"Математики" підготували презентацію "Золотий перетин у математиці";
результатом роботи "Музикантів" стала доповідь "Музика і золотий перетин", яка доповнилася уривками музичних творів, написаних з використанням закону золотого перетину;

"Мистецтвознавці" представили цікаву онлайн-виставку «Золота пропорція в образотворчому мистецтві, архітектурі», в якій презентували кращі зразки цих жанрів мистецтва, створені з використанням принципів золоті пропорції, пояснили прояви математичної пропорції у представлених зразках та зробили висновок, що використання золотого перетину у творах образотворчого мистецтва та архітектури робить їх естетично привабливим та довершеними.

Кожен виступ учнівської команди оцінювався відповідно до розроблених критеріїв оцінювання. Відбулося обговорення загальних результатів роботи над проєктом, оцінка пізнавальної корисності та вихідне анкетування, результати якого представлені у таблиці 3.2

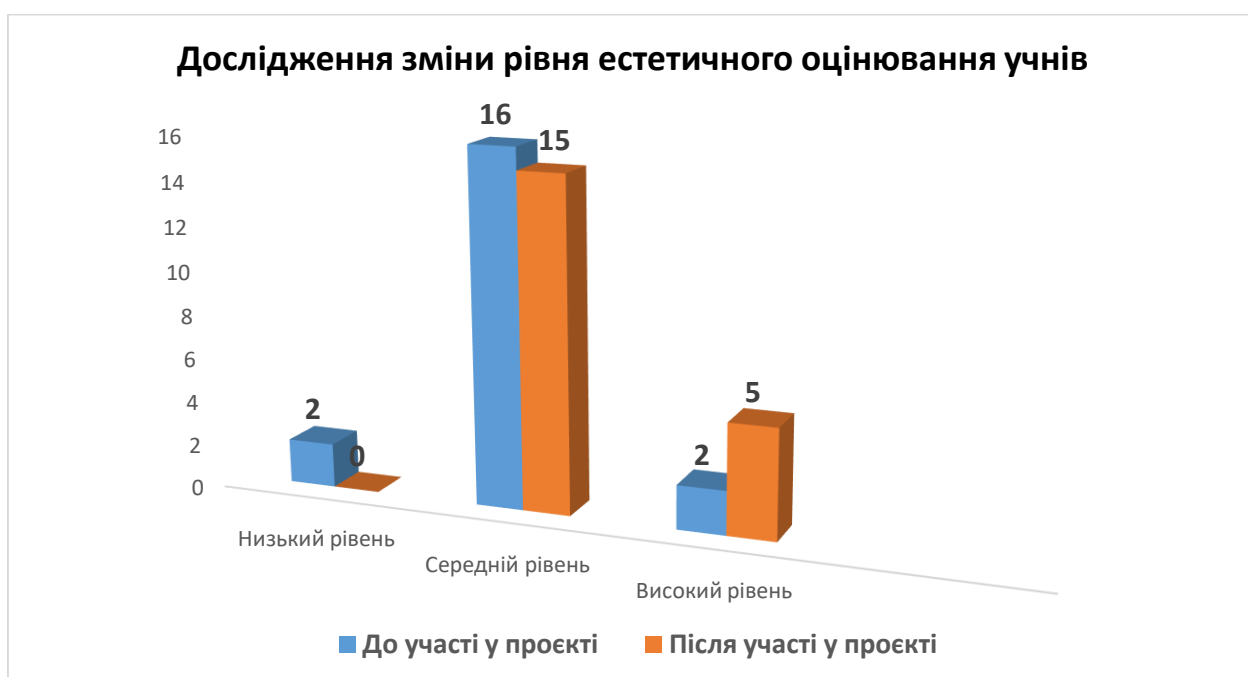
Табл. 3.2

**Результати тестування учнів, що брали участь у проєкті
"Золотий перетин у мистецтві"**

	До участі у проєкті			Після участі у проєкті		
	Кількість учнів	%	Середній бал	Кількість учнів	%	Середній бал
Високий рівень: 21 – 30 балів	2	10	22,5	5	25	24
Середній рівень: 11 – 20 балів	16	80	14,6	15	75	15,5
Низький рівень: 0 – 10 балів	2	10	9	0	0	0

Схематично зміну рівня естетичного оцінювання учнів після участі у проєкті "Золотий перетин у мистецтві" можна зобразити так (табл. 3.3)

Таблиця 3.3



Отримані нами результати свідчать про те, що показники рівнів естетичного оцінювання до та після участі учнів у проєкті значно відрізняються: низький рівень до участі у проєкті виявився у 10 % учнів, після проєкту – 0 %; середній рівень показали 80 % учнів, після проєкту їх стало 75 %; високий рівень естетичного оцінювання до участі у проєкті виявили 10 % учнів, після участі їх кількість зросла до 25 %. Показовим є ріст середнього балу учасників тестування після участі у проєкті "Золотий перетин". Зокрема, серед учнів, які показали високий рівень естетичного оцінювання середній бал зріс із 22,5 до 24; серед учнів другої групи середній бал змінився із 14,6 до 15,5; учні, які напередодні участі у проєкті показали низький рівень естетичного оцінювання із середнім балом 9, після проєкту підвищили свої результати і перейшли у середній рівень.

Таким чином, отримані результати впровадження взаємозв'язку математики і музики при формуванні естетичної компетентності старшокласників у процесі проєктної діяльності свідчать про активізацію особистісних та навчальних якостей учнів, позитивний вплив такої діяльності на формування естетичної компетентності, зокрема підвищення рівня естетичного оцінювання.

Висновки до III розділу

У процесі дослідження практичних інструментів формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників ми приходимо до висновку, що і математика, і музика володіють арсеналом методів і засобів формування естетичної компетентності, а поєднання їх зусиль у даному напрямі є засобом підвищення результативності такого формування.

Успішність естетичного виховання учнів визначається насамперед діяльнісним компонентом, тобто розвитком здатності не стільки віднаходити прекрасне у мистецтві та оточенні, скільки самим створювати прекрасне для світу. Відповідно при доборі методів навчання варто в першу чергу використовувати такі, які стимулюють активну пізнавальну та творчу діяльність

старшокласників: словесні, наочні, практичні, репродуктивні, творчі, проблемно-пошукові, пізнавальні, бінарні та інтегровані методи.

Основними педагогічними підходами у процесі формування естетичної компетентності засобами математики і музики нами визначено наступні:

- ✓ інтегроване навчання;
- ✓ творчі завдання;
- ✓ експериментальне навчання;
- ✓ інтерактивне навчання.

Кожен із зазначених видів має особливу специфіку організації навчального процесу, власні форми та методи, необхідні для успішності навчально-виховного процесу.

При інтегрованому навчанні вчителі заохочують учнів прослідкувати зв'язки між математикою і музикою, використовувати знання і навички з даних предметів об'єднано, в результаті чого руйнуються предметні межі та відкриваються можливості критичного усвідомлення інтеграції різних частин певного явища.

Використання творчих завдань у процесі формування міжпредметної естетичної компетентності засобами математики і музики розвиває творчі здібностей учнів, дозволяє опанувати нові знання з даних предметів, покращити розумові і практичні вміння.

Експериментальне навчання дозволяє отримувати знання та розуміння явищ, предметів, об'єктів через особистий досвід взаємодії з ними, значення якого у процесі навчання важко переоцінити.

Важливою умовою інтерактивного навчання є постійна активна взаємодія всіх учасників навчального процесу, рівноправність та рівнозначність суб'єктів навчання – вчителів та учнів.

Впровадження проєктних технологій як методу інтеграції математики і музики відіграє значну роль в оновленні навчально-виховного процесу та допомагає підвищити рівень естетичної компетентності старшокласників.

Сутність цього методу – у залученні учнів до практичної діяльності, яка є важливою умовою успішного навчання. Учні набувають досвіду вирішення реальних завдань, що розвиває їх творчість, уміння орієнтуватися в інформаційному просторі, самостійно конструювати свої знання, генерувати реальні результати своєї діяльності.

Як показав наш досвід впровадження проєктної діяльності, використання взаємозв'язку математики і музики має позитивний вплив на формування естетичної компетентності учнів старших класів, підвищує рівень їх естетичного оцінювання, розвиває важливі навчальні та комунікативні навички, допомагає формувати всебічно розвинену особистість.

ВИСНОВКИ

В результаті дослідження питання взаємозв'язку математики і музики як складової формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників ми можемо зробити ряд висновків.

Математика і музика, хоча вважаються протилежними полюсами людської культури, насправді мають глибокий взаємозв'язок, що простежується впродовж усієї історії їх розвитку. І математика, і музика допомагають глибше та детальніше зрозуміти навколишній світ і місце людини у ньому, застосовуючи науковий та естетичний підходи до сприйняття дійсності.

Наше дослідження дає змогу стверджувати, що насправді зв'язок математики і музики має глибоке коріння та простежується вже тисячі років. Ми прослідкували цей зв'язок починаючи із 7 ст. до н. е., коли з'явився прототип майбутніх числових позначень тонів звукоряду у філософських китайських трактатах. З часом взаємовплив цих двох галузей удосконалювався та поглиблювався. Різні епохи в історії людства мали свої особливі нюанси у царині математично-музичної взаємодії. Нами досліджено античні погляди на музику, як частину математики, найяскравішим виразником яких був Піфагор та його послідовники; історію розвитку музичної нотації та вплив математики на поліфонічний стиль у часи Середньовіччя; вдосконалення та розвиток музичних інструментів та вдалі пошуки у галузі акустики в епоху Відродження; математичну точність класичних музичних форм, особливо сонати, симфонії, концерту; багатство математичних відкриттів XIX століття та їх прояв у музичному мистецтві; інтенсивний процес взаємодії науки і мистецтва, що призвів до появи електронних інструментів, можливості звукозапису та навіть втручання науки у процес музичної творчості у минулому столітті; масове поширення комп'ютерної музики та спеціальних музичних програм, що повністю змінили підходи до створення та відтворення музичних композицій у сучасній епосі постмодернізму.

У музиці знайшли своє втілення багато математичних понять та теорій, без яких важко забезпечити впорядкованість та організованість музичних творів,

чіткість їх структури. Найпомітнішим на сферу музики є вплив теорії чисел, що проявився у числових позначеннях нот, інтервалів та акордів, будові музичних ладів, тривалості нот та організації ритмічних послідовностей. Як і в математиці, у музиці також присутні протилежності – ладові, темпові, регістрові, динамічні, жанрові, фактурні. Також у творах музичного мистецтва ми знайшли прояви паралельності, варіативності та вплив математичних пропорцій, а сучасна музична культура немислима без досягнень математичної науки, що зумовлюють інтенсивний розвиток цифрових технологій і значно спрощують процес створення та поширення музичних творів. Тому ми прийшли до висновку, що математика і музика відзначаються комплексною взаємодією протягом усього періоду їх існування.

На сучасному етапі в Україні відбувається створення системи освіти нового покоління, ефективність якої пов'язують із реалізацією компетентнісного підходу. Міжпредметна естетична компетентність є міжгалузевою компетентністю, сформованою на основі міжпредметних зв'язків мистецьких дисциплін та інших наук. Основними елементами міжпредметної естетичної компетентності є творче та критичне мислення, розуміння та інтерпретація творів мистецтва, естетична чутливість особистості до навколишнього світу та наявність комунікативних навичок для ефективного творчого спілкування, обміну враженнями та судженнями на теми мистецтва.

І математична, і мистецька освітні галузі володіють компетентнісним потенціалом для формування культурної компетентності особистості, проте саме мистецтво відіграє ключову роль у цьому процесі, оскільки забезпечує можливість багатого естетичного досвіду через сприйняття, розуміння та оцінку мистецьких творів. Математика вчить бачити красу в логічних структурах, симетрії, числових закономірностях, тому не дивно, що існує сильний взаємозв'язок між математичними та музичними здібностями: заняття музикою сприяють розвитку математичного мислення, а математична діяльність покращує та впорядковує музичні здібності.

При формуванні міжпредметної естетичної компетентності старшокласників засобами математики і музики варто використовувати методи навчання, які стимулюватимуть активну пізнавальну та творчу діяльність учнів: словесні, наочні, практичні, репродуктивні, творчі, проблемно-пошукові, пізнавальні, бінарні та інтегровані методи. Основними педагогічними підходами для досягнення даної мети ми визначили інтегроване навчання, використання творчих завдань, експериментальне та інтерактивне навчання. Кожен із запропонованих підходів володіє власним набором методів, форм та засобів, особливістю організації співпраці зі старшокласниками та впливом на їх особистісний розвиток, проте всі вони важливі і дієві у досягненні бажаної цілі навчально-виховного процесу.

Нами розроблено та впроваджено інформаційний проєкт "Золотий перетин у мистецтві" як зразок реалізації міжпредметних зв'язків математики з мистецькими дисциплінами, зокрема музикою. Робота над проєктом проходила плановано та поетапно, а в результаті на основі опрацьованого тестування учнів до і після участі у проєкті ми зафіксували позитивний вплив такої дослідницько-творчої діяльності на здатність естетичного оцінювання учнями, тобто рівень естетичного оцінювання творів мистецтва та дійсності у старшокласників, що брали участь у даному проєкті, зріс.

Таким чином, міжпредметна інтеграція математики і музики за умови її якісного застосування забезпечує цілісне бачення проблем та явищ, є умовою переходу від репродуктивного до творчо-діяльнісного підходу в освіті, сприяє особистісному розвитку старшокласників, кращому розумінню обох навчальних предметів та успішно впливає на формування міжпредметної естетичної компетентності старшокласників.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Астаф'єва М. М., Жильцов О. Б., Юртин І. І. Математика. Вступ до спеціальності : ТЕРНОПІЛЬ НАВЧАЛЬНА КНИГА – БОГДАН, 2013
2. Балашевич Р., Пилипчук І. П. Золота пропорція як прояв гармонії навколишнього світу. (2009): 62-71.
3. Бех І. Д. Компетентнісний підхід як освітня стратегія. Матеріали Всеукр. наук-практ. конф., 10-11 квітня 2012 р. Компетентнісний вимір особистісного зростання учнівської молоді: теорія, практика, досвід. "Акцент Інвест-Трейд", 2012.
4. Білан І. В. Досвід науковців-практиків щодо реалізації естетичної компетентності при викладанні математичних дисциплін // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету, 2022, 3: 99-109.
5. Білан І. В. Педагогічний потенціал математики у розвитку естетичної компетентності учнів. Diss. Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2023.
6. Білан І. В. Принцип єдності навчання та виховання естетичної компетентності учнів при вивченні математичних дисциплін. Diss. 2021.
7. Блудова Ю. О. Сутність та основні категорії художньо-естетичного смаку // Науковий вісник Миколаївського національного університету імені ВО Сухомлинського. Педагогічні науки 3 (2015): 28-33.
8. Богатенкова О., Жирун В., Попіль Д., Шпачинський І. (2023). Вплив музики на розвиток логіко-математичного інтелекту у сучасної молоді // Молодий вчений, (5 (117)), 51-56.
9. Божко Т. Використання методу проектів у процесі вивчення мистецьких дисциплін : Фастів. 2012.
10. Болтянський В. Математична культура та естетика. // Математика в школі 2 (1982): 5-9.
11. Бондаренко А. Електронна музика в європейському культурному просторі: аналіз концепцій. // Мистецтвознавство України 12 (2012): 113-118.

12. Бондаренко Н. В. Розвиваємо ключові компетентності: міжпредметний аспект. // Українська мова і література в школі 4.151 (2020): 33-40.
13. Буряк В. А. Основи теорії фракталів. (2022).
14. Виздрик В., Мельник О. Естетичне виховання: історичний екскурс // Grail of Science 21 (2022): 168-173.
15. Вірановський Г. Музично-теоретичні системи: Предмет і принцип побудови. К., 1978
16. Власова О. Б. Історичний аналіз впливу музичного мистецтва на розвиток, формування та становлення особистості. (2013).
17. Власова В. Г. Роль віртуального медіапростору в естетичному вихованні учнівської молоді. //ББК 74.200 С 91 Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту проблем виховання НАПН України (протокол № 6 від 30 травня 2024 року), 46.
18. Волосажир Д. МАТЕМАТИКА І МУЗИКА.
19. Гессе Г. Гра в бісер / Герман Гессе; Пер. з нім. Є. Попович. К.: Дніпро, 1978. – 484 с.
20. Годованюк Т. Л. Позакласна робота з математики. 2011.
21. Гончарук С. Розвиток естетичного виховання школярів у загальноосвітніх школах. // Психолого-педагогічні проблеми сільської школи 23 (2007): 136-143.
22. Горбуліч Г. В. Загальна характеристика напрямів художньо-естетичного виховання молоді у світі // ВІСНИК, 2010, 136.
23. Гнатишин О. Є. Музикознавство (Музикологія) : Енциклопедія Сучасної України / ред. І. Дзюба, А. Жуковський, М. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2020. Т. 22.
24. Головань М. С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. (2008).

25. Гришина, К. В. Реалізація міжпредметних зв'язків фізики з художньою літературою як засіб естетичного виховання учнів основної школи на уроках фізики.

26. Державний стандарт базової середньої освіти: затверджений Постановою КМУ 30.09.2020, №898, Київ, ст.1

27. Древаль, К. О., Вовк Л. В. Мистецтво плюс математика: шлях до гармонії. // Друкується за рішенням Вченої ради Київського університету культури (протокол № 7 від 7 березня 2018 р.) (2018).

28. Дубасенюк, О. А., Сидорчук Н. Г. Естетичне виховання дітей та молоді: теорія, практика, перспективи розвитку. (2012).

29. Естетичне виховання дітей та молоді: теорія, практика, перспективи розвитку: збірник наукових праць / За ред. О.А. Дубасенюк, Н.Г. Сидорчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2012. – 560 с

30. Єременко, А., Дейніченко Т. Вивчення теми "Золотий переріз" у шкільному курсі математики. Diss. Харківський національний педагогічний університет імені ГС Сковороди, 2022.

31. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках математики. Київ: Техніка. 1997. 304 с.

32. Зацепіна Н. О. Формування естетичних смаків старшокласників у навчально-виховному процесі загальноосвітньої школи. Diss. спец. 13.00. 07 "Теорія і методика виховання"/НО Зацепіна.–Луганськ, 2008.–22 с.

33. Карам А. Сутнісні характеристики феномену «естетична компетентність особистості» // Педагогічна освіта: Теорія і практика. Психологія. Педагогіка. 32 (2019): 81-86.

34. Компетентнісний підхід у сучасній українській освіті: світовий досвід та українські перспективи / Під заг. ред. О. Овчарук. – К.: К.І.С., 2004. – 112 с.

35. Кондратова Л. Г. Підготовка вчителя до організації проектної діяльності учнів основної школи в позаурочній роботі. Diss. Кондратова Людмила Григорівна.–Запоріжжя, 2008.–287 с, 2008.

36. Концепція художньо-естетичного виховання учнів у загальноосвітніх закладах та Комплексна програма художньо-естетичного виховання учнів у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах (наказ МОН України від 25.02.04 р. № 151 / 11) // Книга вчителя дисциплін художньо-естетичного циклу: Дов. – метод. вид. / Упоряд. М. С. Демчишин, О. В. Гайдамака. Х. 2006. С. 160–211.

37. Кравченко С. О. Науково-педагогічний аналіз понять «компетенція» та «компетентність». // Імідж сучасного педагога 8 (177) (2017): 41-47.

38. Лосєва, Н. М., Білан І. В. Інформаційні технології як засіб естетичного розвитку особистості під час вивчення математики. Diss. 2021.

39. Людкевич С. Загальні основи музики (теорія музики) : Коломия (1921).

40. Малиношевська А. В. Виявлення естетичної обдарованості у підлітків. (2015).

41. Мартиненко С. М.; Хорунжа Л. Л. Загальна педагогіка. 2002.

42. Маслюченко В. К., Маслюченко Г-Ж. Я. Про впливи математики на мистецтво // Вісник Львівського університету. Серія механіко-математична 86 (2018): 39-44.

43. Маслюченко В. К., Маслюченко Г-Ж. Я. Математика в мистецтві: Історія і сучасність. // PRECARPATHIAN BULLETIN OF THE SHEVCHENKO SCIENTIFIC SOCIETY Number 1 (45) (2018): 230-234.

44. Маслюченко Г-Ж. Я. Математика і мистецтві: від золотого перерізу до фірстаїзму // Publishing House “Baltija Publishing” (2022).

45. Масол Л. М. Художньо-педагогічні технології в основній школі: єдність навчання і виховання. (2015).

46. Матяш, О. І., Терєпа А. В. Математика у творчості. // *Творчість у математиці: монографія. Вінниця: ТОВ «Твори»* (2018).

47. Матяш О., Коваль О., Михайленко Л. Формування в учнів інтересу до математичних задач та їх розв'язування // *Modern Information Technologies and*

Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems, 2022, 103-113.

48. Маценко К. В. Окремі аспекти проблеми естетичного виховання старшокласників (2016): 208.

49. Методика навчання мистецтва у початковій школі : посібник для вчителів / Л. М. Масол, О. В. Гайдамака, Е. В. Белкіна, О. В. Калініченко, І. В. Руденко. — Х. : Веста ; Вид-во «Ранок», 2006. — 256 с.

50. Миропольська Н. Є. Естетизація навчально-виховного процесу основної і старшої школи // Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді 1.16 (2012): 192-198.

51. Михайлова Л. М. Естетичне виховання молоді: компетентісний підхід. (2009).

52. Олійник С. С. Розвиток соціальної компетентності особистості учня через призму естетичного виховання на уроках математики. *ББК 74.202. 4 Ф79*, 2016, 204.

53. Оршанський Л., Нищак І., Ясеницька Ж. Естетичне виховання особистості: від Сократа до Даттона // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології 3 (2017): 231-242.

54. Остапйовська І.; Свистун Н. Розвиток творчих здібностей молодших школярів на уроках математики. 2017.

55. Падун Н. О., Падун А. О. Інтегроване навчання як міждисциплінарна проблема // Наукові записки [Ніжинського державного університету ім. Миколи Гоголя]. Психолого-педагогічні науки, 2017, 2: 26–31-26–31.

56. Паласевич І. Основні підходи до естетичного виховання підлітків у позакласній виховній роботі сучасної школи. *П 86 Педагогіка формування творчої особистості* (2011): 283.

57. Паскевич О. В. Вплив музики на особистість // Дебют: Збірник тез доповідей студентів історичного факультету МДУ за результатами участі у Декаді студентської науки 2021/За заг. ред. к. політ. н., проф. М. В. Трофименко, д. е. н., проф. О. В. Булатової.—Маріуполь, 2021.—260 с.: 244.

58. Пехарева С.. Музика як засіб математичного розвитку дошкільників. (2019).
59. Поліхун Н. І. Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики на основі проектної технології // Молодь і ринок. 2005. №5(15). С.113 – 116.
60. Пругло А. О. Зв'язок математики та музики. Diss. Сумський державний університет, 2015.
61. Равен Дж. Компетентність у сучасному суспільстві. М.: Когіто-Центр (2002).
62. Роман В. В.; Мочан Т. М. Роль сім'ї в естетичному вихованні підростаючого покоління. 2018.
63. Рудницька О. П. Педагогіка: загальна та мистецька: Навчальний посібник. Тернопіль: навчальна книга–Богдан, 2005, 360.
64. Рудь М. Компетентнісний підхід в освіті // Вісник Львів. Ун-ту.– Серія: Педагогіка (2006): 73-82.
65. Савін М. С. Методи синтезу звуку при створенні сучасних музичних композицій. (2023).
66. Сафонова І. Я. Ключові й предметно-математичні компетентності Старшокласників // Педагогічний альманах 21 (2014): 50-56.
67. Сисак Л. М. Практичні поради з вивчення гармонії.: Методичні рекомендації. Нова Книга, 2012
68. Скварек Я. Музика, математика й арттерапія в педагогіці // НАУКОВІ ЗАПИСКИ (2009): 40.
69. Слятіна І. О. Критерії та показники музично-естетичної вихованості учнів підліткового віку : Актуальні проблеми державного управління, педагогіки та психології, 2015, 1: 18-21.
70. Слятіна І. О. Особливості музично-естетичного виховання учнів підліткового віку // Міжнародний науковий журнал Інтернаука, 2017, 3 (1): 77-78.

71. Стрілько В. В. Формування естетичних смаків старшокласників у позакласній роботі загальноосвітньої школи : *Стрілько Валентина Василівна—теорія і методика виховання Київ* (2010).
72. України, Кабінет Міністрів. "Державний стандарт базової середньої освіти." *Відновлено з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text>* (2020).
73. Чібалашвілі А. Штучний інтелект у мистецьких практиках // *Збірник наукових праць СУЧАСНЕ МИСТЕЦТВО* 17 (2021): 41-50.
74. Шадурська О. І. Використання web-сайта для формування естетичної компетентності старшокласників на уроках технологій // *Наукові записки молодих учених* 4 (2019).
75. Шубенко М. М. Математика і музика. Diss. Сумський державний університет, 2018.
76. Шкурін О. І., Малькова М. О. Роль мистецтва у формуванні моральної культури старшокласників. (2015).
77. Шурдак М. І. Формотворення і техніки композиції у музиці ХХ століття, теоретичний аспект // *Актуальні проблеми розвитку культури, мистецтва та освіти. Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки*, 2018.
78. Konovalova N. R. Філософія музики Піфагора // *Mathematics in Modern Technical University* 2021.1 (2021): 47-59.
79. Kablova T. Числові симетрії Піфагора як передумова вивчення феномена "золотого перетину" // *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв* 1.3 (2012): 171-174.
80. POLIUNA V. Філософія музики (форми і методи осмислення музичного буття) // *Актуальні питання гуманітарних наук* (2022): 202236
81. Lazarev S. Наджанрові й надстильові принципи класифікації електронної музики в умовах масової культури // *Культура і сучасність* 1 (2017): 133-140.

ДОДАТКИ

Додаток А

Проект «Золотий перетин у мистецтві»

1. Опис проблеми

Естетичне виховання – це процес цілісного сприйняття і правильного розуміння прекрасного у мистецтві та дійсності, здатність до творчого самовираження, притаманна людині. Однак ця здатність вимагає свідомого, цілеспрямованого, планомірного та систематичного розвитку, тобто поетапного формування естетичної компетентності особистості у процесі навчально-виховної діяльності.

Основою, на якій здійснюється таке компетентнісне формування, є рівень художньо-естетичної культури особистості, її здатність до естетичного освоєння дійсності. Щоб досягти високого рівня цієї культури, необхідно розвивати такі компоненти естетичної свідомості, як почуття, погляди, переживання, оцінки, смаки, потреби та ідеали. Важливо формувати у здобувачів освіти певну систему художніх уявлень, які зможуть допомогти їм виробити ціннісне ставлення до мистецтва, готовність та вміння вносити елементи прекрасного у своє життя.

Протягом багатьох століть можна прослідкувати вплив науки на мистецтво та мистецьку діяльність. Це стосується, зокрема, математики, яка по праву вважається царицею наук та впливає на різні види мистецтва, зокрема музику. Проте дуже мало уваги приділяється усвідомленому розкриттю такого впливу, дослідженню взаємозв'язків між математичною та музичною діяльністю, роль математичних концепцій, законів у створенні мистецьких творів.

Тому важливою ціллю даного проекту є дослідження математичної концепції золотого перетину і її впливу на різні види мистецтва.

Через усвідомлену діяльність в учнів сформується належний рівень знань, практичних умінь колективної проектної діяльності, усвідомлення взаємозв'язку наукових концепцій і мистецтва як невід'ємного елементу цілісної картини світу. Для цього і призначений проект «Золотий перетин у мистецтві».

2. Мета проекту:

- залучення учнів до практичної діяльності, пов'язаної зі створенням продуктів математично-мистецького спрямування;
- виховання ціннісного ставлення до мистецтва і науки;
- формування потреби в творчому самовираженні та естетичному самовдосконаленні старшокласників.

3. Завдання проекту

- створити сприятливі умови для розвитку творчого потенціалу учнів;
- сприяти розвитку художніх здібностей та критичного мислення;
- дослідити історію золотого перетину, суть цієї концепції у математиці та особливості її прояву у творах мистецтва;
- вчити учнів працювати над колективним проектом;
- сприяти формуванню вміння систематизувати зібраний матеріал наукового та художньо-естетичного спрямування;
- створити умови для формування потреби в творчому самовираженні, естетичному самовдосконаленні та ціннісного ставлення учнів до науки та мистецтва.

4. Тип проєкту:

- за домінуючими методами – інформаційний;
 - за кількістю учасників – груповий;
- за терміном виконання – короткостроковий;
- за предметно-змістовою ознакою – міжпредметний;
- за характером взаємодії учасників – кооперативний;
 - за формою презентації – мультимедійний.

5. Заходи реалізації проєкту

№ з/п	Назва заходу	Термін реалізації	Відповідальні / виконавці	Ресурси
1	Вступний урок в межах проєкту «Золотий перетин у мистецтві»	1 тиждень	Керівник проєкту	Мультимедійна презентація
2	Вхідне тестування "Золотий перетин"	1 тиждень	Керівник проєкту	листок опитування
3	Розподіл учнів на групи в межах роботи над проєктом: 1 група – "Історики"; 2 група – "Математики"; 3 група – "Музиканти"; 4 група – "Мистецтвознавці"	1 тиждень	Керівник проєкту	-
4	Оголошення завдань для кожної групи; ознайомлення із правилами роботи в групах	1 тиждень	Керівник проєкту	Пам'ятка "Правила роботи в групах"
5	Збір та обробка інформації; підготовка кінцевих продуктів діяльності	2 тиждень	Учні	Інтернет ресурси
6	Консультації вчителя мистецтва, математики, інформатики	Впродовж проєкту	Учителі	-
7	Презентація результатів роботи груп на заключному заході "Золотий перетин у мистецтві"	3 тиждень	Керівник проєкту, учні	Мультимедійна дошка, проектор
8	Оцінювання результатів навчальних досягнень учнів	3 тиждень	Керівник проєкту, учні	Шкала оцінювання
9	Вихідне тестування "Золотий перетин"	3 тиждень	Керівник проєкту	Листок опитування
10	Оформлення результатів проєкту	4 тиждень	Керівник проєкту	

6. Ризики

Ризики	Усунення або пом'якшення
Діти неякісно розроблять буклет, створять презентацію, оформлять виставку, підготують доповідь - 70%	- групові консультації щодо правильного оформлення буклету; - групова консультація «Пошук інформації у мережі Інтернет та безпека поведження в мережі»; - групова консультація «Як створити презентацію в PowerPoint»; - групова консультація «Як підготувати виставку»; - групова консультація «Доповідь: що потрібно знати»; 50%
Учні використають готові матеріали з мережі Інтернет (ризик списування) – 60%	- розробити завдання для учнів так, щоб списати було неможливо 60%

7. Завдання для учнів

1 група "Історики"

- Створити буклет «Історія золотого перетину», в якому зазначити інформацію про:
 - 1) перші письмові свідчення про золотий перетин;
 - 2) першу сформульовану задачу про золотий перетин;
 - 3) книгу Луки Пачолі «Про божественну пропорцію»;
 - 4) роботи, присвячені проявам золотого перерізу у багатьох явищах природи і мистецтва.
- Взяти участь у консультаціях щодо правильного оформлення буклету.
- Підготувати презентацію буклету «Історія золотого перетину».

- Презентувати буклет на позакласному заході «Золотий перетин у мистецтві».

2 група "Математики"

- Створити презентацію «Золотий перетин у математиці», у якій назвати та коротко охарактеризувати та проілюструвати:
 - 1) означення пропорції;
 - 2) означення золотого перетину;
 - 3) ряд чисел Фібоначчі;
 - 4) прояви золотого перетину в геометрії.
- Взяти участь у консультаціях «Пошук інформації у мережі Інтернет та безпека поведіння в мережі», «Як створити презентацію в PowerPoint».
- Презентувати результат роботи на позакласному заході «Золотий перетин у мистецтві».

3 група "Музиканти"

- Підготувати доповідь «Музика і золотий перетин», у якій зазначити інформацію про:
 - 1) дослідження Піфагора у галузі гармонії;
 - 2) золоту пропорцію та музичні інтервали;
 - 3) застосування золотої пропорції при виготовленні музичних інструментів;
 - 4) використання золотого перетину композиторами при написанні музичних творів.
- При потребі звернутися за консультацією до вчителя мистецтва з питань, пов'язаних із процесом підготовки доповіді.
- Презентувати доповідь на позакласному заході «Золотий перетин у мистецтві».

4 група "Мистецтвознавці"

- Підготувати онлайн-виставку «Золота пропорція в образотворчому мистецтві, архітектурі», у якій:

1) презентувати відомі художні твори та архітектурні споруди, при створення яких автори керувалися пропорціями золотого перетину;

2) підготувати аудіосупровід виставки.

- При потребі звернутися на консультацію до вчителя мистецтва з питань пошуку інформації та підбору експонатів виставки.
- Презентувати результат роботи на позакласному заході «Золотий перетин у мистецтві».

8. Цільова група проекту – учні 8 - 9 класів, які навчаються за типовою навчальною програмою.

9. Термін реалізації проекту – 4 тижні

Початок реалізації – 06.05.2024 р.

Завершення роботи – 31.05.2024 р.

10. Критерії оцінювання

Захід	Максимальна кількість балів
Достатність змісту – 15 балів Естетичне оформлення – 10 балів Креативність задуму – 5 балів	30 балів
Участь у групових консультаціях з фахівцями	10 балів
Презентація проекту	20 балів

Шкала переведення балів у оцінки

Бали	Оцінка
56-60	12
53-55	11
48-52	10
43-47	9

38-42	8
33-37	7
28-32	6
23-27	5
18-22	4
13-17	3
8-12	2
1-7	1

11. Висновки

Проект життєздатний. Рівень життєздатності – високий.

Залучивши учнів до даного навчального проекту, даємо їм можливість поглибити і систематизувати знання з математичної та музичної дисциплін, вчимо працювати над колективним проектом, опрацьовувати різні джерела інформації, створювати кінцевий продукт – буклет, презентацію, доповідь, виставку.

Але, найголовніше, - ми залучаємо дітей до міжпредметної проєктної діяльності, підвищуємо їх здатність сприймати, відчувати і творити прекрасне, тобто формуємо міжпредметну естетичну компетентність.

Додаток Б

Тест «Золотий перетин» [40]

Шановний друже! Пропонуємо Вам виконати наступні завдання

1. Відмітьте на відрізках точку М таким чином, щоб відрізок ділився даною точкою

на гармонійні частини.

А)



В)



С)



2. Серед заданої пари малюнків виберіть та відзначте у відповідній графі той, який Вам більше подобається?

А) 	
Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут _____	Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут _____
Б) 	
Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут _____	Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут _____
В) 	

Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут	Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут
Г) 	
Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут	Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут
Г) 	
Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут	Якщо подобається малюнок, поставте позначку тут

3. Уявіть як птаха кружляє над морем. Пропонуємо Вам уявити де на зображенні місце розташування птаха (величина птаха подана умовна, її можна змінювати, залежно від вашого бачення) гармонійно доповнить картину. Відзначте обране Вами місце олівцем.



4. Зазначте на малюнку місце, де б Ви розмістили картину.



5. Вкажіть місце на футбольному полі, де б Ви розмістили м'яч .
(розміри м'яча Ви можете у власній уяві змінювати)



6. Укажіть місце зайця на галявині так, щоб картинка була гармоній (розміри зайця у власній уяві Ви можете змінювати)



Прізвище, ім'я _____

Вік _____

Стать (підкреслити) чол., жін.

Дякуємо за співпрацю!

Обробка результатів.

Оцінювання результатів **першого завдання.**

1) Якщо точка М поставлена на відрізку таким чином, що довжина заданого відрізка так відноситься до довжини більшої частини, як довжина більшої частини відноситься до меншої (іншими словами утворюється співвідношення «Золотого перетину»), то завдання оцінюється в 3 бали.

2) Якщо точка М поставлена на відрізку таким чином, що вона знаходиться на відстані 0,5 см від точки, яка умовно ділить заданий відрізок у відношенні «Золотого перетину», то завдання оцінюється в 2 бали.

3) Якщо точка М поставлена на відрізку таким чином, що вона ділить заданий відрізок на рівні частини, то завдання оцінюється в 1 бали.

4) Інші варіанти оцінюються в 0 балів.

Оцінювання **другого завдання**. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

- | | |
|------|--------------------------------------|
| 2 А) | 1 бал, якщо вибрано праве зображення |
| 2 Б) | 1 бал, якщо вибрано ліве зображення |
| 2 В) | 1 бал, якщо вибрано ліве зображення |
| 2 Г) | 1 бал, якщо вибрано праве зображення |
| | 1 бал, якщо вибрано праве зображення |

Третє завдання.

Якщо розміщення птаха попадає в точку золотого перетину або ж розташоване на відстані 0,5 см від цієї точки по горизонталі і вертикалі, то завдання оцінюється в 4 бали.

Якщо вибране місце попадає в точку золотого перетину або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 3 бали.

Якщо вибране місце розташоване посередині картини або ж зміщене на відстані 0,3 см від цієї точки, то завдання оцінюється в 2 бали.

Якщо відмічено точку, яка рівновіддалена від сторін зображення лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 1 бал. Інші варіанти розміщення оцінюються в 0 балів.

Четверте завдання.

Якщо розміщення картини попадає в точку золотого перетину або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки по горизонталі і вертикалі, то завдання оцінюється в 4 бали.

Якщо вибране місце попадає в точку золотого перетину або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 3 бали.

Якщо вибране місце розташоване посередині зображення або ж зміщене на відстані 0,3 см від цієї точки, то завдання оцінюється в 2 бали.

Якщо відмічено точку, яка рівновіддалена від сторін зображення лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 1 бал.

Інші варіанти розміщення оцінюються в 0 балів.

П'яте завдання.

Якщо розміщення м'яча попадає в точку золотого перетину частини зображення із футбольним полем або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки по горизонталі і вертикалі, то завдання оцінюється в 4 бали.

Якщо вибране місце попадає в точку золотого перетину частини зображення із футбольним полем або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 3 бали.

Якщо вибране місце розташоване посередині частини зображення із футбольним полем або ж зміщене на відстані 0,3 см від цієї точки, то завдання оцінюється в 2 бали.

Якщо відмічено точку, яка рівновіддалена від сторін зображення футбольного поля лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 1 бал.

Інші варіанти розміщення оцінюються в 0 балів.

Шосте завдання.

Якщо розміщення зайця попадає в точку золотого перетину галявини або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки по горизонталі і вертикалі, то завдання оцінюється в 4 бали.

Якщо вибране місце попадає в точку золотого перетину галявини або ж розташоване на відстані 0,3 см від цієї точки лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 3 бали.

Якщо вибране місце розташоване посередині галявини або ж зміщене на відстані 0,3 см від цієї точки, то завдання оцінюється в 2 бали.

Якщо відмічено точку, яка рівновіддалена від меж галявини лише по горизонталі або вертикалі, то завдання оцінюється в 1 бал.

Інші варіанти розміщення оцінюються в 0 балів.

Інтерпретація отриманих результатів.

Високий рівень: 21–30 балів. Учень здібний до естетичного оцінювання, може вибудовувати гармонійні, композиційні конструкти із заданих зображень.

Середній рівень: 11–20 балів.

Низький рівень: 0–10 балів.