

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка

Природничо-математичний факультет

Кафедра інформатики і обчислювальної техніки

Кваліфікаційна робота

освітнього ступеня «магістр»

на тему:

**ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ МУЗИЧНОЇ
ІНФОРМАТИКИ У ЗЗСО**

Виконав:

магістрант 2 курсу, 63фм групи
спеціальності

014.09 Середня освіта (Інформатика)

Солдатенко Олександр Ігорович

Науковий керівник:

доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри інформатики і
обчислювальної техніки

Горошко Юрій Васильович

Чернігів – 2024

Роботу подано до розгляду «_____» _____ 2024 року.

Магістрант

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота розглянута на засіданні кафедри
Інформатики і обчислювальної техніки
протокол № _____ від «_____» _____ 2024 року.

Магістрант допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ МУЗИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ УЧНЯМИ ЗЗСО.....	11
1.1. Основні напрямки музичної інформатики та її роль у сучасному інформаційному суспільстві.....	11
1.2. Аналіз науково-педагогічних досліджень музичної інформатики.....	26
1.2.1. Вчені, які досліджували музичну інформатику.....	26
1.2.2. Вчені, які досліджували інтеграцію музичної інформатики у ЗЗСО.....	29
1.3. Перспективи розвитку музичної інформатики в Україні.....	32
Висновки до 1 розділу.....	36
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ МУЗИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗЗСО.....	39
2.1. Проблеми і складності по впровадженню музичної інформатики на уроках у ЗЗСО.....	39
2.2. Приклади застосовування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій на уроках музичного мистецтва у ЗЗСО.....	41
2.3. Методичні рекомендації щодо проведення позакласного інтегрованого заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО.....	52
2.4. Методи інтегрування ІКТ в позакласне заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО.....	57
Висновки до 2 розділу.....	63
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах стрімкої цифровізації освіти в Україні інтеграція інноваційних технологій у навчальний процес є стратегічно важливим завданням. Особливо після впровадження освітньої реформи «Нова українська школа», використання інформаційно-комунікаційних технологій стає одним із ключових пріоритетів у модернізації навчального процесу. Інтеграція музичної інформатики у освітній процес ЗЗСО є важливим кроком для оновлення змісту музичної освіти відповідно до сучасних викликів.

Музична інформатика, яка поєднує сучасні інформаційно-комунікаційні технології та мистецтво, відкриває нові можливості для навчання учнів. Особливо важливо впровадження таких технологій у закладах загальної середньої освіти, де учні мають можливість ознайомитися з основами цифрової музичної культури. Це сприяє їхньому творчому розвитку, формуванню цифрової грамотності та підготовці до сучасних викликів у культурній сфері.

Однак традиційні методи викладання на уроках музичного мистецтва не завжди відповідають сучасним запитам учнів, які вирости у цифровому середовищі. Саме тому використання музичної інформатики є важливим напрямом модернізації освітнього процесу, що дозволяє зробити уроки більш цікавими, інтерактивними та ефективними.

Для України, яка активно впроваджує реформи в освітній сфері, використання музичної інформатики відповідає державній політиці цифровізації освіти, спрямованій на формування в учнів цифрових компетенцій та розвиток творчих здібностей. У межах реформи освіти в Україні акцент зроблено на компетентнісний підхід, який передбачає розвиток практичних навичок і критичного мислення, що відповідає Державному стандарту базової середньої освіти.

Попри величезний потенціал, музична інформатика поки що недостатньо використовується у шкільній практиці. Це пов'язано з обмеженими знаннями педагогів про можливості ІКТ у викладанні музичного мистецтва, відсутністю систематизованих методик та недосконалістю матеріально-технічної бази, що й актуалізувало потребу вчителів у ефективних методиках використання музичної інформатики в навчальному процесі, оскільки недостатня кількість науково-методичних розробок обмежує можливості її впровадження.

Таким чином, актуальність теми «Прикладні аспекти використання музичної інформатики у ЗЗСО» для України зумовлена необхідністю розробки та впровадження сучасних методик і технологій, які забезпечують якісну музичну освіту, сприяють розвитку цифрових навичок учнів та відповідають вимогам сучасного цифрового суспільства. Вивчення даної теми допоможе створити інноваційний підхід до навчання музичному мистецтву, що відповідатиме сучасним освітнім стандартам і сприятиме розвитку креативності учнів.

Мета кваліфікаційної роботи – розробити й обґрунтувати прикладні аспекти використання музичної інформатики для навчання учнів закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), які забезпечують інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітній процес, сприяють формуванню цифрових компетентностей учнів, розвитку їх творчих здібностей в умовах сучасної освітньої парадигми.

Об'єкт дослідження – процес впровадження музичної інформатики у навчальний процес в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методи, засоби та інструменти музичної інформатики, які використовуються для організації та оптимізації навчального процесу в закладах загальної середньої освіти.

Завдання кваліфікаційної роботи:

1. Вивчити основні поняття, принципи та тенденції розвитку музичної інформатики у контексті сучасного інформаційного суспільства.
2. Визначити перспективи розвитку музичної інформатики в Україні.

3. Дослідити внесок вітчизняних та зарубіжних учених у розвиток музичної інформатики та її інтеграцію в освітній процес ЗЗСО.
4. Проаналізувати проблеми впровадження музичної інформатики в освітній процес ЗЗСО.
5. Вивчити можливості використання віртуальних ресурсів, музичних додатків, спеціалізованого програмного забезпечення та онлайн-платформ в освітньому процесі ЗЗСО.
6. Вивчити ефективність використання віртуальних хорових проєктів та технологій запису голосу у навчальному процесі.
7. Створити приклади інтегрованих занять із використанням музичної інформатики.
8. Розробити методичні рекомендації щодо використання ІКТ на уроках музичного мистецтва та в позакласній роботі з інформатики в ЗЗСО.
9. Розробити комплекс рекомендацій для вчителів музичного мистецтва та інформатики щодо використання музичної інформатики в освітньому процесі ЗЗСО.

Методи дослідження кваліфікаційної роботи:

Теоретичні методи: аналіз науково-методичної літератури, що стосується музичної інформатики та використання інформаційних технологій в освіті; систематизація та узагальнення даних для визначення сучасного стану й перспектив використання музичної інформатики в освіті; моделювання процесу інтеграції музичної інформатики в освітній процес у ЗЗСО.

Емпіричні методи: спостереження за навчальним процесом із використанням інструментів музичної інформатики.

Інструментальні методи: використання музичних редакторів, програм для аналізу звуку та мультимедійних платформ для дослідження можливостей музичної інформатики в освітньому процесі.

Апробація результатів дослідження: Основні результати дослідження викладено на науково-практичних конференціях, зокрема:

1. 11 квітня 2023 року – участь у I Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції: «Мистецтво без кордонів: творчі діалоги» в рамках проведення міжнародного багатожанрового конкурсу-фестивалю «Співограй», яка проходила на базі Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка. Тема доповіді: «Інноваційні методи проведення практичних занять з музичного інструменту під час дистанційного навчання в мистецьких закладах вищої освіти».
2. 30 листопада 2023 року – участь у VII Всеукраїнській науково-практичній конференції: «Людина в інформаційному просторі», яка проходила на базі Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Тема доповіді: «Важливість навичок використання ІКТ для ефективної роботи менеджера в галузі культури і мистецтва».
3. 1 грудня 2023 року – участь у Міжнародній міждисциплінарній науково-практичній конференції: «Педагогіка мистецтва для збереження і розвитку психічного і фізичного здоров'я та культурного зростання особистості впродовж життя», яка проходила на базі Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Сертифікат №584/35-19. 6 годин. 0,2 кредити. Тема доповіді: «Застосовування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій для формування сприйняття вокального мистецтва учнями ЗЗСО».
4. 23 листопада 2023 року – участь у V Всеукраїнській науковій конференції студентів, аспірантів, викладачів: «Регіональний соціокультурний менеджмент: сучасні виклики і тенденції розвитку», яка проходила на базі Львівського національного університету імені Івана Франка. Сертифікат 30 годин. Тема доповіді: «Важливість інновацій у бібліотечній сфері для соціокультурного життя України».
5. 12 березня 2024 року – участь у VIII Мистецько-педагогічних читаннях пам'яті професора О. Я. Ростовського «Мистецька освіта України: глобальні виклики та перспективи розвитку», яка проходила на базі Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Сертифікат 6 годин 0,2

кредити. Тема доповіді: «Зарубіжний досвід організації віртуальних хорових проєктів».

6. 9 квітня 2024 року – участь у IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: «Сучасні виміри української регіоналістики», яка відбулась на базі Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя за підтримки Інституту мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М. Т. Рильського НАН України, Інституту української археографії та джерелознавства ім. М. С. Грушевського НАН України та Інституту енциклопедичних досліджень НАН України. Тема доповіді: «Інноваційні форми обробки народних пісень».
7. 24 квітня 2024 року – участь у XI Міжнародній науково-практичній конференції: «Регіональні культурні, мистецькі та освітні практики», яка відбулась на базі Університету Григорія Сковороди в Переяславі. Сертифікат: СМ632065 0,6 кредитів ЄКТС, 18 годин. Тема доповіді: «Використання інформаційно-комунікаційних технологій при підготовці творчих мистецьких проєктів».
8. 16 листопада 2023 року – участь у XIX Міжнародній науково-практичній конференції: «Українська і світова культура в умовах глобалізаційних викликів та війни», яка відбулась на базі Рівненського державного гуманітарного університету. Сертифікат 12 годин 0,4 кредити. Тема доповіді: «Важливість інформаційно-комунікаційних технологій для ефективної соціокультурної діяльності під час війни в Україні»
9. 7 лютого 2024 року – участь у Всеукраїнській науково-практичній конференції: «Професійна мистецька освіта: методичні аспекти», яка проходила на базі Комунального закладу вищої освіти Київської обласної ради «Академія мистецтв імені Павла Чубинського». Сертифікат 12 годин 0,4 кредити. Тема доповіді: «Новітні інформаційні засоби навчання гри на музичних інструментах».
10. 3 грудня 2024 року – участь у Міжнародній науково-практичній конференції: «Феноменологічні парадигми музичного мистецтва» пам'яті

академіка О. С. Тимошенка», яка проходила на базі Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя за підтримки Національної музичної академії України імені П. І. Чайковського та Національної всеукраїнської музичної спілки. Тема доповіді: «Зарубіжний досвід використання інноваційних електронних музичних інструментів».

Публікації. Результати дослідження опубліковано у працях:

1. Солдатенко О. І. Інноваційні методи проведення практичних занять з музичного інструменту під час дистанційного навчання в мистецьких закладах вищої освіти. *«Мистецтво без кордонів: творчі діалоги»*: Збірник тез I Міжнародної науково-практичної конференції «Мистецтво без кордонів: творчі діалоги». Кропивницький, 2023. С. 76-78.
2. Солдатенко О. І., Перетятко Д. А. Інформаційні технології як сучасний інструмент для організації культурних заходів. *Людина в інформаційному просторі: Матеріали VII Всеукраїнської науковопрактичної конференції* (30 листопада 2023 р.). Кременчук. 2023. С. 60-61.
3. Солдатенко О. І. Важливість навичок використання ІКТ для ефективної роботи менеджера в галузі культури і мистецтва. *Людина в інформаційному просторі: Матеріали VII Всеукраїнської науковопрактичної конференції* (30 листопада 2023 р.). Кременчук. 2023. С. 58-59.
4. Солдатенко О. І. Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій для формування сприйняття вокального мистецтва учнями ЗЗСО. *Матеріали міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції: «Педагогіка мистецтва для збереження і розвитку психічного і фізичного здоров'я та культурного зростання особистості впродовж життя»*. (1-2 грудня 2023 р.). Запоріжжя: МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2023. С.141-143.
5. Солдатенко О. І. Зарубіжний досвід організації віртуальних хорових проєктів. *Наукові записки. Серія «Психолого-педагогічні науки» (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) / за заг. ред. В. В. Бурназової. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2024. № 1. С. 169-177.*

6. Солдатенко О.І. Інноваційні форми обробки народних пісень. *Народна творчість та етнологія* : № 4 (404) / [голов. ред. В. Великочий, голова Науково-видавничої ради Г. Скрипник] ; НАН України, ІМФЕ ім. М. Т. Рильського. Київ, 2024. С. 49–56.
7. Солдатенко О.І. Використання інформаційно-комунікаційних технологій при підготовці творчих мистецьких проєктів. *Регіональні культурні, мистецькі та освітні практики: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Переяслав, 24 квітня 2024 року. Переяслав: Університет Григорія Сковороди в Переяславі. Переяслав (Київська обл.): Домбровська Я.М, 2024. С. 101-106*
8. Солдатенко О. І. Новітні інформаційні засоби навчання гри на музичних інструментах. *Професійна мистецька освіта. Методичні аспекти: матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф., 07.02.2024* / МОН України; КЗВО КОР «Академія мистецтв імені Павла Чубинського». Київ: Академперіодика, 2024. С 294-299.

Структура кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного з розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної 84 сторінок комп'ютерного тексту.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ МУЗИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ УЧНЯМИ ЗЗСО

1.1. Основні напрямки музичної інформатики та її роль у сучасному інформаційному суспільстві

У сучасному інформаційному суспільстві, що постійно змінюється, визначна роль музичної інформатики є свідченням трансформаційної сили інформаційно-комунікаційних технологій у формуванні того, як ми створюємо, споживаємо та відчуваємо музику. Музична інформатика була рушійною силою в еволюції того, як люди споживають музику в сучасному інформаційному суспільстві. Традиційні формати, такі як компакт-диски та вінілові платівки, поступилися місцем цифровим потоковим платформам, знаменуючи глибоку зміну споживчих звичок. Зручність доступу за запитом у поєднанні з персоналізованими рекомендаціями не лише змінила бізнес-моделі музичної індустрії, але й вплинула на те, як люди керують своїми особистими музичними уподобаннями.

В епоху, яка визначається стрімким технологічним прогресом, сфера музичної інформатики стала динамічним симбіозом інформатики, музикознавства та творчого самовираження. Музична інформатика представляє динамічну сферу на перетині музики та технологій, використовуючи обчислювальні інструменти та інформаційні системи для покращення різних аспектів створення, аналізу та споживання музики.

Музична інформатика, як міждисциплінарна галузь на злитті музики, інформатики та інформаційних технологій, стала невід'ємною силою, що стимулює інновації та переосмислює відносини між людьми та музикою в епоху цифрових технологій. Вона охоплює широкий спектр застосувань, від розробки інноваційних музичних інструментів до аналізу великомасштабних наборів музичних даних. Музична інформатика відіграє вирішальну роль у

формуванні майбутнього музики, використовуючи потужність технологій для дослідження, створення та розуміння музичних явищ.

Коріння музичної інформатики можна простежити до середини 20-го століття, коли комп'ютери почали використовувати для створення музики та синтезу звуку. Перші піонери, такі як Макс Вернон Метьюз із Bell Labs, зробили внесок у розвиток створення музики на комп'ютері, заклавши основу для інтеграції комп'ютерів у дослідження музики [25]. З розвитком технологій зростали й можливості музичної інформатики, розширюючи її сферу застосування на різні елементи музичного середовища.

Основні напрямки музичної інформатики:

1. Вплив на музичну освіту:

Вплив музичної інформатики поширюється на сферу освіти, демократизуючи доступ до музичних знань. Інтеграція музичної інформатики в музичну освіту відкрила учням закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) нові шляхи для дослідження перетину технологій і творчості. Інтерактивні навчальні платформи, віртуальні інструменти, програмне забезпечення для створення музики стали цінними інструментами як для музикантів-початківців, так і для досвідчених професіоналів. Наприклад,

Інтерактивні навчальні платформи: **Yousician** – для навчання гри на гітарі, фортепіано, вокалу тощо. Дозволяє виконувати вправи в реальному часі та отримувати зворотний зв'язок; **Simply Piano** – для навчання гри на фортепіано, яка використовує інтерактивні уроки та розпізнавання звуку для перевірки правильності виконання; **SmartMusic** – допомагає викладачам організовувати заняття, пропонує учням інтерактивні вправи та дозволяє оцінювати виконання; **MusicFirst** – для навчання музики, що включає теорію, аналіз та виконання.

Віртуальні інструменти: **Virtual Piano** – дозволяє грати на піаніно за допомогою клавіатури комп'ютера; **GarageBand** – мобільний додаток для створення музики, який також має віртуальні інструменти, включаючи барабани, клавішні, струнні тощо; **Kontakt (Native Instruments)** – професійний інструмент для відтворення та налаштування звуків різних віртуальних

інструментів; **AmpliTube** – симулятор гітарного процесора для віртуальної гри на електрогітарі з широким спектром ефектів.

Програмне забезпечення для створення музики: **Ableton Live** – програма для створення та виконання музики в реальному часі, що популярна серед діджеїв і музикантів; **FL Studio (Fruity Loops)** – потужний секвенсор для створення, запису та обробки музичних композицій; **Sibelius** – програма для створення нотних записів і композиторської роботи; **MuseScore** – програмне забезпечення для нотного набору, що підтримує створення складних композицій.

Програми для формування вокальних і інструментальних навичок: **SingSharp** – додаток для тренування вокалу, який аналізує якість виконання, розвиває слух і контроль за звуком; **VocalEase** – програма для розспівок, що допомагає тренувати голос; **Perfect Ear** – додаток для розвитку музичного слуху, який включає вправи для розпізнавання акордів, тональностей і інтервалів; **Jamkazam** – платформа для онлайн-репетицій, що дозволяє музикантам грати разом, перебуваючи на відстані.

Вони надають учням практичний досвід, сприяючи глибшому розумінню як музичних принципів, так і технологічних застосувань. Ці технології сприяють експериментальному навчанню, створюючи динамічне та захоплююче середовище, яке виходить за рамки традиційної музичної освіти.

Інклюзивна музична освіта:

Музична інформатика має потенціал для демократизації музичної освіти, зробивши її доступнішою для різних верств населення. Адаптивні технології, інтерактивні програми та онлайн-платформи призначені для людей із різними здібностями та стилями навчання. Ця інклюзивність сприяє почуттю спільноти серед тих, хто вивчає музику, долаючи бар'єри та сприяючи культурі постійного музичного залучення для людей різного віку та походження.

Навчання впродовж життя та інтерактивні музичні платформи:

Інтерактивні музичні платформи на основі музичної інформатики сприяють зміні парадигми того, як люди займаються музикою протягом усього

життя. Технології стають невід'ємною частиною музичної подорожі: від інтерактивних музичних програм, які полегшують навчання для початківців, до просунутих платформ для музикування протягом усього життя. Ці платформи пропонують персоналізований досвід навчання, адаптивний зворотний зв'язок та інтерактивні практичні заняття, що дає можливість людям досліджувати та розвивати свої музичні навички у власному темпі.

2. Цифровий синтез звуку:

Один із основних внесків музичної інформатики полягає в її здатності переосмислити процес створення музики. Музична інформатика передбачає створення цифрових методів синтезу звуку, що дозволяє композиторам і музикантам генерувати широкий спектр звуків за допомогою алгоритмів і програмування. Це революціонізувало можливості звукових експериментів і створення абсолютно нових музичних ландшафтів.

Передові цифрові інструменти та програмне забезпечення дають музикантам змогу досліджувати нові звукові пейзажі, експериментувати з нетрадиційними композиціями, а також, наприклад, використовувати обчислювальні алгоритми для інноваційного звукового дизайну:

1. Гранулярний синтез – розбиває звуковий сигнал на крихітні частки (гранули) та використовує алгоритми для їхньої маніпуляції в часі, частоті та просторі, створюючи нові текстури й ефекти. Наприклад додаток **PaulStretch** використовується для екстремального розтягування звуку, створюючи атмосферні і розмиті текстури. Застосовується для створення саундтреків до кінофільмів, таких як «Інтерстеллар» (гранулярна обробка звуку органа).
2. Процедурний звук – генерує аудіо в реальному часі залежно від параметрів або подій, створюючи адаптивну звукову атмосферу. Наприклад ігрові двигуни, такі як **FMOD** і **Wwise**, використовують алгоритми процедурного звуку для створення динамічного аудіо в іграх. Застосовується для звукового супроводу у відеоіграх (No Man's Sky) для генерації унікальних звуків залежно від дій гравця.

3. Алгоритмічна композиція – генерує музичні фрагменти, створюючи унікальні звукові патерни або композиції. Наприклад програма **Wolfram Tones** генерує мелодії та гармонії за допомогою алгоритмів клітинних автоматів. Застосовується у саундтреках, що автоматично генеруються для медитаційних або інтерактивних додатків.
4. Фізичне моделювання звуку – використовує алгоритми для імітації фізичних властивостей об'єктів, що генерують звук. Наприклад: Синтезатор **Pianoteq** використовує фізичне моделювання, щоб точно відтворити звучання акустичного піаніно. Застосовується у віртуальних інструментах для професійних музикантів.
5. Алгоритми машинного навчання та нейронні мережі – використовуються для створення або обробки звуків на основі аналізу величезних баз даних аудіо. Наприклад додаток **NSynth Super** від Google використовує нейронні мережі для створення нових звуків на основі змішування характеристик різних інструментів. Застосовується саунд-дизайн у рекламі, кінематографі та іграх.
6. Віртуальні аудіопростори (3D-звук) – дозволяють моделювати тривимірний звук, створюючи реалістичні аудіопростори. Наприклад алгоритми **HRTF (Head-Related Transfer Function)** використовуються для віртуалізації звуку в 3D-просторі. Застосовуються VR/AR-додатки, такі як Oculus або SteamVR, для створення інтерактивного звукового досвіду.
7. Модульні синтезатори з алгоритмічними патчами – дозволяють створювати складні звукові патерни за допомогою алгоритмів обробки сигналу. Наприклад програмне забезпечення **VCV Rack** для створення алгоритмічно-керованих звукових патчів. Застосовуються для створення унікальних звукових текстур у сучасній електронній музиці.
8. Аналіз і синтез звуку – дозволяє створювати нові звуки, об'єднуючи характеристики кількох джерел. Наприклад **Ircam Trax Transformer**, що змінює голоси та звуки, використовуючи аналіз спектральної структури. Застосовується для обробки голосу у саундтреках, створення персонажів у кінофільмах.

Ці алгоритми допомагають створювати нові звуки, розширюючи межі звукового дизайну та відкриваючи нові горизонти для творчості.

Електронні музичні жанри, які колись були на периферії, процвітають завдяки злиттю традиційних інструментів із цифровими технологіями, змінюючи саму структуру музичного вираження.

Перетин музичної інформатики та звукового дизайну породив новаторські інновації у виробництві музики. Віртуальні інструменти, синтезатори та цифрові аудіостанції, оснащені складними алгоритмами, дозволяють музикантам експериментувати з новими звуками та текстурами. Наприклад:

Віртуальні інструменти та синтезатори: **Omnisphere (Spectrasonics)** – поєднує семплування та синтез із великою бібліотекою звуків. Оснащений унікальними алгоритмами гранулярного синтезу та маніпуляції спектральними даними. Використовується у саундтреках до кінофільмів, в ігровій музиці (The Last of Us, Call of Duty); **Serum (Xfer Records)** – сучасний ваветейбл-синтезатор із візуалізацією спектрального контенту та можливістю створення власних хвильових форм. Використовується для електронної музики (EDM, Dubstep); **Kontakt (Native Instruments)** – багатофункціональний семплер із алгоритмами фізичного моделювання та створення унікальних звуків. Використовується для оркестрової музики, саунд-дизайну; **Arturia Pigments** – поєднує в собі декілька типів синтезу (ваветейбл, аналоговий, гранулярний). Оснащений інноваційними алгоритмами модуляції. Використовується в експериментальній музиці та для створення звукових ландшафтів; **Massive X (Native Instruments)** – потужний ваветейбл-синтезатор із гнучкою маршрутизацією сигналів та складними звуковими текстурами. Використовується у саундтреках, клубній музиці.

Цифрові аудіостанції (DAW): **Ableton Live** - оснащена алгоритмами для створення живих виступів, модулів для гранулярного синтезу (Granulator II), а також багатьма функціями для маніпуляції звуком. Використовується у концертах, студійній роботі, електронній музиці; **Logic Pro X (Apple)** – інтегровані інструменти, такі як Alchemy (потужний синтезатор із алгоритмами

гранулярного та спектрального синтезу). Використовується серед композиторів для кіно та телебачення; **Bitwig Studio** – підтримка модульного підходу до створення звуку, інтеграція алгоритмів обробки MIDI та аудіо. Використовується в експериментальній електронній музиці; **FL Studio** – інтегрує синтезатори Harmor і Sytrus із алгоритмами субтрактивного, FM і адитивного синтезу. Використовується в електронній танцювальній музиці, хіп-хопі, поп-музиці.

Гібридні та унікальні інструменти: **Roli Equator** – інтегрує алгоритми MPE (MIDI Polyphonic Expression), дозволяючи створювати виразну гру на цифрових інструментах. Використовується для створення музики з розширеною динамікою виконання; **Reaktor (Native Instruments)** – модульна платформа для створення власних синтезаторів і ефектів за допомогою складних алгоритмів обробки звуку. Використовується у студії звукового дизайну, наукових експериментах; **Iris 2 (iZotope)** – спектральний синтезатор із візуальним інтерфейсом для роботи з частотним вмістом звуку. Використовується у саунд-дизайні, створенні звукових ефектів.

Удосконалення музичної інформатики сприяло інноваціям у дизайні інструментів, породжуючи нові електронні та цифрові музичні інструменти. «Пед» у контексті музичних інструментів і MIDI-контролерів — це чутлива поверхня або кнопка, яку музикант може натискати, стукати чи доторкатися для створення звуку або управління параметрами. Вони використовуються для імітації ударних інструментів, відтворення мелодій або керування іншими функціями програмного забезпечення. Від MIDI контролерів, що перетворюють певний фізичний процес у набір цифрових команд формату MIDI до інноваційних інтерфейсів, які реагують на жести та рухи, ці інструменти переосмислюють можливості для живих виступів і студійних записів, наприклад:

MIDI-контролери: **Ableton Push 2** – інтуїтивна поверхня керування з чутливими до дотику педами. Інтеграція з DAW Ableton Live. Використовується у студійній роботі, створенні музики в реальному часі;

Novation Launchpad Pro – чутливі до натискання педи для створення ритмів і мелодій. Використовується для живих виступів та аранжування. Використовується в електронній музиці, лайв-перформансах; **Akai MPK Mini** – компактний MIDI-контролер із чутливими клавішами та педами для створення мелодій, ритмів та управління параметрами. Використовується у мобільній музичній продукції; **Roli Seaboard Rise** – інноваційна клавіатура з чутливою поверхнею, що дозволяє додавати вібрато, слайд або зміну динаміки. Використовується в експериментальній музиці, саунд-дизайні; **Artiphon Instrument 1** – універсальний інструмент, який може бути гітарою, скрипкою чи клавіатурою залежно від вибраного режиму гри. Використовується для інтерактивного навчання, креативних експериментів.

Інтерфейси, що реагують на жести та рухи: **Leap Motion Controller** – реагує на рухи рук і пальців у 3D-просторі. Підтримує інтеграцію з музичним програмним забезпеченням через MIDI. Використовується в управлінні параметрами синтезаторів, створенні звукових ефектів через жести; **Mi.Mu Gloves** – рукавички, які перетворюють рухи рук у MIDI-команди. Створені для живих виступів. Використовується: Живі концерти, перформанси, саунд-дизайн; **Wave by Genki Instruments** – смарт-кілеце, що дозволяє контролювати параметри музики через рухи руки. Використовується у лайв-перформансах, електронній музиці; **AirFX (Alesis)** – інфрачервоний інтерфейс, що реагує на рухи рук. Контролює ефекти, такі як фільтри та реверберація. Використовується у саунд-дизайні, DJ-сетах; **Sensel Morph** – сенсорна поверхня з різними змінними накладками (клавіатура, педи). Реагує на силу натискання та інші параметри. Використовується у створенні ритмів, мелодій, управлінні параметрами.

Гібридні та інноваційні рішення: **Expressive E Touché** – чутливий контролер для управління синтезаторами або DAW. Реагує на нахили, дотики та натискання. Використовується у електронній музиці, експериментальних композиціях; **Joué Board** – модульна MIDI-платформа з накладками для гри на клавішах, струнних інструментах чи барабанах. Використовується в

універсальній музичній творчості; **The Eigenharp** – унікальний інструмент із чутливими клавішами та дихальним сенсором для управління звуком. Використовується в інноваційній музичній творчості, лайв-виконанні.

Це поєднання технологій і традиційних інструментів розширює звукову палітру, доступну музикантам, заохочуючи до експериментів і розсуваючи межі музичного вираження.

3. Отримання музичної інформації (MIR):

MIR (від Music Information Retrieval – отримання музичної інформації). Це міждисциплінарна галузь, яка займається аналізом, збереженням, обробкою і вилученням музичної інформації з цифрових аудіозаписів, нотних текстів, метаданих тощо) зосереджується на розробці алгоритмів і систем для організації, пошуку та отримання пов'язаної з музикою інформації з великих наборів даних.

Основні аспекти MIR:

Аналіз музики: витяг характеристик звуку (наприклад, тональності, темпу, ритму); визначення інструментів, які використовуються у композиції; аналіз гармонії, мелодії або структури музичного твору.

Класифікація та категоризація: розпізнавання жанру, стилю чи настрою; визначення схожості між музичними творами.

Пошук музики: алгоритми для пошуку композицій за звуковим зразком (наприклад, додатки на зразок **Shazam**); текстовий пошук за метаданими (назва, автор, виконавець тощо).

Адаптивність до користувача: рекомендаційні системи (наприклад, алгоритми **Spotify, YouTube Music**); персоналізація музичних плейлистів.

Обробка нотних даних: оптичне розпізнавання нотного тексту (**Optical Music Recognition, OMR**); автоматичне створення партитур або аранжувань.

Трансформація аудіо: синтез звуків та аудіоефекти; витяг вокалу, інструментів або фонового шуму.

Алгоритми музичної інформатики аналізують уподобання користувачів, історію прослуховування та вподобання жанрів, щоб підбирати персоналізовані

списки відтворення. Це не тільки покращує взаємодію з користувачем, але й знайомить слухачів із різноманітними виконавцями та жанрами, з якими вони, можливо, не стикалися за допомогою звичайних засобів.

4. Інтерактивні музичні системи:

Музична інформатика сприяє розробці інтерактивних музичних систем, які дозволяють співпрацювати в реальному часі між музикантами та комп'ютерами.

Наприклад: **Ableton Link** – технологія, яка синхронізує темп і ритм між різними пристроями через локальну мережу Wi-Fi або Ethernet. Музиканти можуть грати в ансамблі, використовуючи різні програми, цифрові аудіостанції (DAW) та MIDI-контролери. (Два музиканти синхронізують Ableton Live на ноутбуках для виконання електронної композиції в реальному часі); **Reactable** – інтерактивна музична система, яка використовує сенсорну поверхню для створення і виконання музики. Музиканти маніпулюють фізичними об'єктами на поверхні, що змінює параметри звуку. Ідеально підходить для живих виступів і експериментальної музики. (Один музикант налаштовує ритм, а інший працює над гармонією, синхронно змінюючи композицію); **Imogen Heap's Mi.Mu Gloves** – рукавички, які використовують рухи і жести для управління звуковими параметрами. Інтегруються з DAW або іншим музичним обладнанням. Виконання музики, де комп'ютер реагує на жести музиканта, додаючи ефекти або змінюючи параметри звуку. (Музикант створює лупи голосу і додає ефекти через жестову взаємодію з рукавичками); **Interactive Performance Systems на основі Max/MSP** – платформа для створення інтерактивних аудіо-відео програм. Дозволяє налаштувати алгоритми, що реагують на живу гру музиканта при генерації музики та інтерактивних інсталяціях. (Комп'ютер створює звуковий супровід у відповідь на мелодію, виконану на MIDI-клавіатурі); **Soundcool** – система для створення колективної музики за допомогою мобільних пристроїв і комп'ютерів. Музиканти взаємодіють через спеціальні програми. Відмінно підходить для освітніх проєктів. (Учні створюють імпровізацію, граючи на віртуальних інструментах

через смартфони). **Orac** – модульна інтерактивна музична система для апаратного забезпечення (наприклад, Organelle) або комп'ютерів, що дозволяє музикантам будувати індивідуальні звукові середовища. Спільна імпровізація, де кожен музикант працює з окремим звуковим модулем. (Один учасник налаштовує ритм, а інший додає синтезовані текстири); **IRCAM's Antescofo** – програмний інструмент, який синхронізує виконання живої музики з електронним акомпанементом у реальному часі. Він «слухає» виконавця і коригує комп'ютерну частину. (Комп'ютер автоматично запускає електронні ефекти відповідно до темпу гри піаніста).

Ці системи можуть динамічно реагувати на вхід музиканта, створюючи захоплюючий музичний досвід.

Пандемія COVID-19 прискорила впровадження віртуальних концертів, продемонструвавши адаптивність музичної інформатики у відповідь на глобальні виклики. Віртуальні концерти, прямі трансляції виступів та інтерактивні онлайн-події стали важливою альтернативою традиційним живим шоу [21].

Інтеграція доповненої реальності (AR) у музичний досвід — це напрям, який музична інформатика продовжує досліджувати. Програми AR можуть накладати цифрову інформацію на фізичний світ, створюючи інтерактивні та захоплюючі враження для користувачів. У контексті музики AR можна покращити живі виступи, інтегруючи віртуальні елементи, надаючи інформацію про артистів у реальному часі або навіть дозволяючи користувачам візуалізувати музику в тривимірному просторі [4].

Музична інформатика також робить внесок у персоналізацію музичної терапії та оздоровчих програм. Алгоритми, керовані штучним інтелектом, можуть аналізувати індивідуальні вподобання, настрої і фізіологічні реакції, щоб підбирати терапевтичні списки відтворення. Від зменшення стресу до допомоги в когнітивній реабілітації, ці програми використовують технологію для посилення цілющої сили музики, відкриваючи нові шляхи для інтеграції музики в практику охорони здоров'я [20].

5. Алгоритми створення музики:

Одним із захоплюючих аспектів музичної інформатики є її роль у розширенні меж цифрової творчості. Це включає в себе розробку систем, які не тільки аналізують існуючі музичні шаблони, але й створюють оригінальні композиції, які мають художню цінність. Це перетин технологій і творчості кидає виклик традиційним уявленням про авторство в музиці, піднімаючи цікаві питання про природу художнього вираження в цифрову еру.

Обчислювальні алгоритми, що використовуються в музичній інформатиці можуть демонструвати креативну поведінку в сфері музичних творів, щоб допомогти композиторам у створенні музичних композицій. Ці алгоритми можуть досліджувати нові музичні структури, гармонії та ритми, розсуваючи межі традиційної композиції.

Наприклад: *Генетичні алгоритми (Genetic Algorithms)* – імітація процесу природного відбору для створення нових музичних творів через еволюційний процес. (Генерація мелодій, які оптимізуються за певними критеріями, такими як гармонійна узгодженість або ритмічна складність та проєкти **NEUROGENESIS**, що створюють експериментальну музику на основі еволюційного процесу); *Алгоритми марковських процесів (Markov Chains)* – визначення ймовірностей переходу між станами (наприклад, нотами або акордами) на основі попередніх станів. (Створення мелодій, які зберігають стиль певного композитора та генерація варіацій на основі популярних музичних тем); *Лінгвістичні алгоритми для аналізу музики (Music Grammar Algorithms)* – використання граматичних правил для опису і генерації музичних структур. (Алгоритм Хомського для створення гармонійних послідовностей або поліфонічних текстур); *Алгоритми фрактальної композиції* – застосування фракталів для створення повторюваних і самоподібних музичних структур. (Музика, створена на основі фракталів, таких як Mandelbrot Set, забезпечує складні й водночас органічні музичні текстури); *Алгоритми нейронних мереж (Neural Networks)* – машинне навчання, яке дозволяє моделям «вчитися» на основі великих обсягів даних. (**OpenAI MuseNet** генерує

твори в стилях різних композиторів і жанрів та може створювати джазові імпровізації за допомогою рекурентних нейронних мереж (**RNN**); *Евристичні алгоритми для гармонізації* – пошук рішень для гармонізації мелодій із застосуванням евристичних підходів. (Автоматична гармонізація хорових творів у стилі Й. С. Баха); *Алгоритми стохастичної музики* (**Stochastic Algorithms**) – використання ймовірностей для створення музичних параметрів (ритму, висоти, динаміки). (Твори Яніса Ксенакіса, в яких композитор застосовував стохастичні (випадкові) принципи для створення оркестрових текстур); *Алгоритми для генеративної музики* (**Generative Music Algorithms**) – створення музики, яка може змінюватися залежно від середовища або параметрів. (Проект **Brian Eno's Generative Music**, який створює нескінченні звукові ландшафти; *Алгоритми для аналізу та синтезу гармоній* (**Harmony Analysis and Synthesis**) – аналіз і створення складних гармонійних послідовностей через обчислювальні моделі. (Аналіз джазових стандартів і автоматичне створення гармонічних імпровізацій). *Алгоритмічна композиція* (**Algorithmic Composition**) – використання математичних моделей для побудови музичних структур. (Системи, як **IRCAM OpenMusic**, дозволяють композиторам створювати музику за допомогою складних алгоритмів) [5].

5. Музика та машинне навчання:

Методи машинного навчання застосовуються для аналізу музичних моделей, уподобань і стилів. Це дозволяє розробляти інтелектуальні системи, які можуть розуміти, адаптувати та навіть складати музику на основі вивчених шаблонів і взаємодії користувача.

Системи рекомендацій на базі музичної інформатики стали невід'ємною частиною сервісів потокової передачі музики. Ці системи використовують алгоритми машинного навчання, щоб пропонувати нові пісні та виконавців на основі звичок слухачів користувачів. Такий підхід не тільки допомагає відкривати музику, але й сприяє виявленню незалежних і менш відомих музикантів, сприяючи більш інклюзивній музичній екосистемі.

Музична інформатика надає музикантам і професіоналам галузі цінну інформацію про вподобання аудиторії, тенденції та маркетингові стратегії на основі даних. Інструменти аналітики дозволяють виконавцям зрозуміти свою базу шанувальників, орієнтуватися на конкретні демографічні групи та адаптувати свої рекламні зусилля.

Ось кілька прикладів того, як музична інформатика та інструменти аналітики допомагають музикантам і професіоналам галузі: **Spotify for Artists** – надає музикантам детальну аналітику про слухачів, таку як географічне розташування, вік, стать, і популярність пісень та допомагає визначити, які треки найбільше прослуховують, і розробляти стратегії просування. (Якщо найбільше слухачів у певному регіоні, артист може організувати тур саме там); **YouTube Analytics** – аналізує перегляди відео, джерела трафіку, взаємодію аудиторії (коментарі, вподобання), демографічні дані. (Виконавець може адаптувати свій контент, наприклад, створювати більше відео на основі треків, які мають найбільшу популярність); **Chartmetric** – моніторить позиції треків на стримінгових платформах і соціальних мережах та аналізує зростання фан-бази, плейлистинг та вплив на аудиторію. (Артисти можуть побачити, як працює їхній маркетинг, і зосередитися на ключових каналах для збільшення популярності). **Bandsintown for Artists** – аналізує географічну активність шанувальників, дає дані про найактивніші міста. (Виконавці можуть планувати концерти в регіонах з найвищою концентрацією слухачів); **Soundcharts** – надає дані про ротацію пісень на радіостанціях, стримінгові платформи, соціальні медіа. (Аналіз ефективності промоакцій, виявлення тенденцій для кращого планування рекламних кампаній); **Audiense** – створює соціальні профілі аудиторії на основі даних із соціальних мереж. (Музиканти можуть дізнатися, які теми цікавлять їхню аудиторію, і створювати контент відповідно до цих інтересів). **Pandora AMP (Artist Marketing Platform)** – пропонує виконавцям інструменти для розуміння того, як їхня музика працює на платформі, і налаштування маркетингових повідомлень. (Виконавець може записати персоналізоване голосове повідомлення, яке буде відтворюватись слухачам

перед їх треками); **Social Media Insights (Facebook, Instagram, Twitter)** – надає дані про підписників, їхній вік, стать, активність, та взаємодію з контентом. (Якщо аудиторія більш активна у вечірній час, пости чи анонси можна публікувати саме в цей час); **Google Analytics для музичних веб-сайтів** – відслідковує трафік на офіційних сайтах артистів, джерела відвідувань, поведінку користувачів. (Артист може бачити, які розділи сайту викликають найбільший інтерес, і відповідно адаптувати контент (наприклад, розширити розділ про тури чи продаж мерчу); **Algorithms в TikTok** – просуває контент, який відповідає уподобанням користувачів. (Музиканти можуть створювати вірусні челенджі, використовуючи треки, які платформа автоматично рекомендує новій аудиторії) [2].

Виклики та майбутні напрямки:

Хоча музична інформатика досягла значних успіхів, залишаються проблеми, такі як: забезпечення доступності, вирішення етичних міркувань у використанні штучного інтелекту при створенні музики, вирішення питань авторського права та інтелектуальної власності.

Оскільки штучний інтелект (ШІ) продовжує відігравати центральну роль у музичній інформатиці, етичні міркування виходять на перший план. Питання щодо власності, автентичності та відповідального використання штучного інтелекту у створенні музики є предметом постійних дебатів. Встановлення балансу між можливостями систем ШІ та збереженням людського дотику в музиці має вирішальне значення. Етичні вказівки та стандарти розробляються, щоб гарантувати, що музика, створена ШІ, поважає культурні, соціальні та мистецькі цінності, притаманні музичному вираженню людини.

Оскільки технології продовжують розвиватися, музична інформатика відіграватиме ключову роль у формуванні майбутнього музики, розсуваючи межі творчості, доступності та самої природи музичного досвіду.

Майбутнє музичної інформатики відкриває захоплюючі можливості, включаючи прогрес у музиці, створеній штучним інтелектом, музичний досвід віртуальної реальності та постійний розвиток інтерактивних музичних систем.

У міру того, як галузь продовжує розвиватися, вона, ймовірно, сформує новий ландшафт створення, споживання та освіти музики.

1.2. Аналіз науково-педагогічних досліджень музичної інформатики

1.2.1. Вчені, які досліджували музичну інформатику

Поле музичної інформатики, будучи міждисциплінарним, передбачає внески дослідників у різних областях, включаючи інформатику, музикознавство, когнітивні науки та інженерію. Численні вчені та дослідники зробили значний внесок у дослідження музичної інформатики. Важливо відзначити, що галузь є динамічною, і багато дослідників у всьому світі продовжують робити внесок у її зростання та розвиток.

Наприклад: Джордж Цанетакіс, професор в Університеті Вікторії, Канада відомий своєю роботою в галузі пошуку музичної інформації (MIR). Його дослідження зосереджені на розробці алгоритмів і обчислювальних методів для аналізу, організації та пошуку музичної інформації [57]; Саймон Діксон, професор Лондонського університету королеви Марії, спеціалізується у таких сферах, як пошук музичної інформації, обробка музичних сигналів і обчислювальна музикологія. Його робота включає розробку алгоритмів для відстеження ритму, оцінки темпу та аналізу ритму [77]; Ічіро Фуджінага, професор канадського університету Макгілла, зробив внесок у оптичне розпізнавання музики (OMR) і цифрові музичні бібліотеки. Його робота включає розробку технологій для автоматичного перетворення сканованих нот у машинозчитувані нотні записи [59]; Елейн Чу, професор Королівського коледжу Лондона зосереджується на обчислювальному моделюванні сприйняття та пізнання музики і включає розробку моделей, які долають розрив між теорією музики та когнітивною наукою [44]; Дуглас Ек, доцент Монреальського університету, Канада. Відомий своєю роботою на стику машинного навчання та музики. Як старший науковий директор у Google, він брав участь у таких проєктах, як Magenta, досліджуючи можливості

використання штучного інтелекту для створення музики [52]; Брайан Вітмен, доктор філософії з машинного навчання та розуміння музики Массачусетського технологічного інституту, відомий своєю роботою у розробці систем рекомендацій щодо музики. Він був співзасновником The Echo Nest, компанії з аналізу музичних даних, яка відіграла вирішальну роль у вдосконаленні алгоритмів музичних рекомендацій [93]; Емілія Гомес, доктор філософії з комп'ютерних наук, професор групи музичних технологій Університету Помпеу Фабра, Барселона, спеціалізується на аналізі експресивних та емоційних аспектів музики. Її робота включає розробку алгоритмів для автоматичного аналізу музичної експресії та емоцій в аудіо записах [60]; Роджер Данненберг, доктор інформатики університет Карнегі-Меллона Пітсбург, США, відомий своєю роботою в області інтерактивних систем, комп'ютерної музики та музичної інформатики. Він розробив системи для інтерактивного музичного виконання та зробив внесок у сферу комп'ютерної музики [54]; Марк Сендлер, доктор філософії Лондонського університету Королеви Мері, спеціалізується на аудіоаналізі та пошуку музичної інформації. Його робота включає розробку алгоритмів для аудіоаналізу на основі вмісту, музичних рекомендацій і автоматичної класифікації музики [75]; Шломо Дубнов, професор Каліфорнійському університеті Сан-Дієго, найбільш відомий своїми дослідженнями музичного тембру, машинної імпровізації, обчислювальної творчості та стилометрії музики. Його дослідження охоплюють такі сфери, як інтерактивні музичні системи, обчислювальне моделювання музичної творчості та аналіз музичних жестів [55]; Ребекка Фібрінк, професор університету мистецтв Лондона, спеціалізується на взаємодії людини з комп'ютером і машинному навчанні для творчих програм. Її робота включає розробку інструментів, які дозволяють непрограмістам інтерактивно створювати музику за допомогою моделей машинного навчання [51]; Перрі Кук, професор Прінстонського університету, відомий своєю роботою з фізичного моделювання музичних інструментів і розробкою виразних цифрових музичних інструментів [87]; Джессі Енгель, доктор філософії

Каліфорнійського університету в Берклі, брав участь у проєктах, які досліджують використання нейронних мереж для створення музики та розуміння базових структур музичних композицій [71]; Фредерік Бевілакв, доктор філософії інституту досліджень та координації акустики IRCAM, Франція, розробник інтерактивних систем для музики та танцю, вивчення використання руху та жестів у музичній експресії [39]; Мейнард Мюллер, професор Ерланген-Нюрнберзького університету імені Фрідріха Олександра, Німеччина, його дослідження охоплюють такі сфери, як пошук музичної інформації, обробка аудіо та обчислювальна музикологія [94]; Тім Кроуфорд, професор Королівському коледжі Лондонського університету,— розробка алгоритмів для аналізу музичної структури та експресивного виконання [76].

Вчені України, які брали участь у дослідженнях у сфері музичної інформатики: Ганна Володимирівна Юферова, кандидатка мистецтвознавства у своїй дисертації: «Музичні комп'ютерні технології в комунікаційних процесах у сучасній українській музиці» – визначила основні чинники формування і характерні ознаки розвитку музично-інноваційної сфери, що привели до виникнення музичних комп'ютерних технологій в Україні й світі [24]; Василь Васильович Семенчук, у статті: «Формування творчої самореалізації особистості у процесі вивчення музичної інформатики» розглянув викладання музичної інформатики із застосуванням інноваційних методів навчання, що забезпечує формування та розвиток творчих здібностей учнів, умінь створювати творчі навчальні проєкти за допомогою цифрового інструментарію [15]; Надія Валентинівна Новикова, кандидатка педагогічних наук свою дисертацію: «Формування пізнавального інтересу підлітків на уроках музики засобами мультимедійних технологій» – присвятила теоретико-експериментальному дослідженню проблеми формування пізнавального інтересу учнів підліткового віку в процесі музично-пізнавальної діяльності із використанням мультимедійних технологій на уроках музики в загальноосвітній школі [14].

1.2.2. Вчені, які досліджували інтеграцію музичної інформатики у ЗЗСО

Дослідження щодо інтеграції музичної інформатики в освітній процес, проводилися різними вченими та дослідниками. Важливо зазначити, що ця сфера є міждисциплінарною, і різні дослідники з усього світу досліджували цей перетин. Ось кілька видатних вчених і дослідників, які зробили внесок у цю сферу: Австралійський педагог, доктор Аніта Коллінз, відома своєю роботою про вплив музичної освіти, неврології та ІКТ на когнітивний розвиток. Вона дослідила, як технології, включаючи інтерактивні програми та цифрові платформи, можуть покращити навчання музики для учнів [53]; Доктор Скотт Ліпскомб, професор Університету Міннесоти, дослідив перетин музичної освіти та технологій. Його дослідження присвячені використанню цифрових інструментів для розвитку навичок, зокрема ефективності онлайн-платформ та інтерактивного програмного забезпечення для підтримки вокального та інструментального навчання [68]; Доктор Рендалл Еверетт Алсап, професор музичної освіти в Педагогічному коледжі Колумбійського університету, досліджував інтеграцію технологій у музичну освіту, зокрема те, як цифрові ресурси та онлайн-платформи можуть сприяти розвитку музичних навичок, творчості та спільного навчання [56]; Доктор Гері Е. Макферсон досліджував різні аспекти розвитку навичок у музиці, включаючи роль технологій, зокрема те, як ІКТ можна використовувати для мотивації учнів, підтримки практики та покращення загального досвіду навчання музиці [69]; Доктор Пітер Р. Вебстер, професор музичної освіти в Північно-західному університеті проводив дослідження технологій у музичній освіті. Його робота охоплює вивчення цифрових інструментів, програмного забезпечення та онлайн-ресурсів у контексті набуття та розвитку музичних навичок [91]; Доктор Сьюзан О'Ніл, дослідник з Університету Мельбурна, Австралія, зосередився на впливі ІКТ на музичну освіту. Її дослідження вивчає ефективність онлайн-платформ і цифрових ресурсів у підтримці вокального навчання та виконання [79]; Доктор Дж. Браян Бертон, як професор Вест-Честерської університете Пенсільванії,

зосередився на музичних технологіях в освіті. Його робота включає вивчення інтеграції ІКТ у навчанні інструментам, вивчення того, як технології можуть покращити навчальний досвід для учнів, які вивчають різні музичні інструменти [42]; Доктор Кейт Дамблтон, Інституту мистецтв Чикаго, дослідниця і педагог, досліджувала перетин музики, технологій і освіти, зокрема, використання цифрових платформ для навчання вокалу та інтеграцію технологій у підтримку творчості та самовираження в музиці [57].

Європейські дослідники зробили значний внесок у вивчення інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у музичній освіті. Ось кілька європейських вчених, які відіграли помітну роль у цій галузі: Доктор Сьюзан Халлам, професор Освітнього інституту UCL у Лондоні, її робота включає дослідження використання цифрових інструментів, онлайн-платформ та інтерактивних ресурсів для вдосконалення музичних навичок серед учнів [61]; Професор Стен Тернстрьом, який працює в Королівському технологічному інституті КТН у Швеції, досліджує перетин технологій і вокального тренінгу, включаючи використання інструментів ІКТ для аналізу та вдосконалення вокальних навичок [67]; Професор Андреа Кріч з Лондонського університету (Велика Британія), її робота охоплює дослідження цифрових інструментів для інструментального навчання та їх вплив на розвиток музичних навичок [50]; Професор Гері Анделл (Велика Британія), музичний терапевт і дослідник, досліджував використання технологій у музичній терапії та освіті. Його робота присвячена тому, як цифрові інструменти можуть підтримувати вокальне та інструментальне вираження, зокрема в терапевтичному та освітньому контекстах [63]; Професор мистецтва, культури та освіти в Кембриджському університеті (Велика Британія) Памела Бернард зробила внесок у дослідження креативності в музичній освіті. Її робота включає дослідження ролі цифрових технологій у сприянні творчості та розвитку навичок серед учнів-музикантів [41]; Дослідник і педагог з Університету Македонії, професор Арістотеліс Хаджакос дослідив вплив технологій на музичну освіту. Його дослідження

стосуються використання ІКТ у вокальному та інструментальному навчанні, підкреслюючи їх роль у покращенні загального досвіду навчання[62];

Українські вчені також досліджували інтеграцію музичної інформатики в освітній процес, наприклад: Зуєв Сергій Павлович, кандидат мистецтвознавства у статті: «Впровадження комп'ютерних технологій у музичну освіту» висвітлив сучасні комп'ютерні технології для роботи з музичною інформацією [8]; Олена Антонівна Чайковська, кандидат педагогічних наук, професор у своїх працях досліджує використання комп'ютерних технологій у практиці музичного навчання у школах, підкреслюючи їх роль у вдосконаленні навчального процесу [23]; у навчально-методичному посібнику: «Інформаційні та комунікаційні технології навчання в системі загальної середньої освіти зарубіжних країн» Олена Олександрівна Гриценчук, Ольга Еммануїлівна Коневщинська, та інші висвітлені міжнародні тенденції використання ІКТ у навчальному процесі ЗНЗ у країнах світу у викладанні шкільних дисциплін, а також інформація щодо онлайн ресурсів для педагогів, які можуть бути використані в шкільній практиці [9]; у статтях, що увійшли до збірки наукових праць: «Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи» під редакцією Михайла Миколайовича Козяра, Неллі Григорівни Ничкало проаналізовано сучасні підходи до формування професійної компетентності учнів, а також підготовки педагогічних працівників до впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, створення і використання електронних освітніх ресурсів [11]; Тетяна Іванівна Носенко у навчальному посібнику: «Інформаційні технології навчання» розкриває основні напрями використання інформаційних технологій в навчальному процесі ЗЗСО. У посібнику наведені приклади використання програмного пакету Microsoft Office, інтерактивного комплексу SMART Board та його програмного забезпечення, а також всесвітньої мережі Internet для розробки методичних і дидактичних матеріалів, представлені етапи створення навчальних програм з елементами самоконтролю [10]; У методичних рекомендаціях: «Використання засобів інформаційно-комунікаційних

технологій для діагностики обдарованості дітей та молоді» під редакцією Олексія Лукича Сухого, Галини Василівни Онопченко, Олени Василівни Онопченко обґрунтовано завдання реалізації програмної моделі системи діагностування музичної обдарованості учнів, а також вимоги щодо функціонування в умовах діагностичного простору, розглянуто загальні аспекти розвитку сучасної ергономіки програмування, наведено ергономічні умови створення діагностичних систем [3]; Роман Семенович Гуревич, Майя Юхимівна Кадемія, Людмила Станіславівна Шевченко у навчальному посібнику: «Інформаційні технології навчання: інноваційний підхід» приділили увагу інноваційним формам і методам навчання, використанню інтерактивних технологій, інформаційному освітньому середовищі, організації проєктного навчання [6]; кандидат педагогічних наук Федір Васильович Апшай у своїй дисертації: «Формування ІКТ-компетентності майбутніх фахівців галузі «культура і мистецтво» дослідив інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітній процес ЗВО [1]; Микола Миколайович Карпенко у статті «Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес як один із ключових напрямів розвитку сучасної освіти» розглянув переваги та конкретні можливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні [12].

1.3. Перспективи розвитку музичної інформатики в Україні

Оскільки ми заглиблюємось у 21-е століття, перспективи розвитку музичної інформатики в світі є надзвичайно багатообіцяючими, пропонуючи безпрецедентні можливості для революції у створенні музики, її споживанні, освіті та наукових дослідженнях у глобальному масштабі, а саме: інновації та інклюзія в музичній освіті; досягнення в області штучного інтелекту (ШІ) і машинного навчання; спільні платформи для створення музики на основі ШІ; досвід доповненої та віртуальної реальності; поява звукової доповненої реальності; інтерактивні музичні фестивалі в реальному часі; еволюція бізнес-

моделей у музичній індустрії; платформи для співпраці з відкритим вихідним кодом для музичних інновацій; алгоритмічна композиція та співпраця людини з комп'ютером у композиторів; нейроадаптивні музичні системи для персоналізованого досвіду; інтерактивні та гейміфіковані музичні враження; музична інформатика для терапевтичного застосування; включення тактильного зворотного зв'язку в цифрові інструменти; алгоритмічне керування музикою у віртуальних соціальних мережах; розумні концертні зали з технологією покращення звуку.

Перспективи розвитку музичної інформатики в Україні

1. Інтеграція української народної музики в цифрові платформи:

Музична інформатика в Україні могла б сприяти збереженню та популяризації традиційної української народної музики. Можна розробити цифрові платформи та програми для каталогізації, аналізу та обміну українськими народними композиціями, забезпечуючи їх доступність для глобальної аудиторії [16].

2. Віртуальні інструменти на основі штучного інтелекту для тиражування українських народних інструментів:

В Україні музичну інформатику можна було б використати для відтворення на основі ШІ традиційних народних інструментів. Удосконалені алгоритми можуть аналізувати нюанси таких інструментів, як бандура чи сопілка, дозволяючи розробляти віртуальні інструменти, які точно вловлюють тембр і стиль гри. Таке нововведення могло б сприяти збереженню та вивченню українських народних музичних традицій.

3. Цифрові архіви української музичної спадщини:

Ці архіви не лише зберігатимуть історичні записи, а й використовуватимуть алгоритми ШІ для каталогізації, збагачення метаданих та створення інтерактивних експонатів. Такі цифрові сховища могли б стати безцінними ресурсами для дослідників, викладачів та ентузіастів, які цікавляться українською музикою [7].

4. Музичні освітні платформи на основі ШІ, адаптовані до українських учнів:

У сфері освіти музична інформатика може покращити досвід вивчення музики для українських учнів. Платформи на основі штучного інтелекту, адаптовані до українських музичних традицій, можуть надавати інтерактивні уроки, персоналізовані практичні рекомендації та культурно відповідний контент. Цей підхід має на меті залучити учнів до вивчення своєї музичної спадщини, одночасно використовуючи технології для ефективного та приємного навчання. Наприклад: **Yousician**; **Google AI Platform** (безкоштовні освітні програми для навчання основам роботи зі ШІ можуть бути інтегрованими у музичну освіту для аналізу звуків, музичних структур або створення композицій на основі даних); **Flowkey** (інструмент для вивчення гри на піаніно, що поєднує відеоуроки з інтерактивним аналізом гри, адаптуючись до рівня учня); **Soundtrap by Spotify** (онлайн-студія для створення музики, яка дозволяє колективно працювати над композиціями в реальному часі. Інтеграція ШІ допомагає у створенні автоматичних акомпанементів і навчальних інструментів); **Amper Music** (сервіс для створення музики на основі алгоритмів ШІ, що дозволяє користувачам створювати унікальні треки, вибираючи стиль, інструменти та інші параметри) допомагають урізноманітнити музичну освіту, пропонуючи нові способи навчання та творчої діяльності, які відповідають сучасним вимогам і технологіям.

5. Блокчейн-рішення для авторських прав українських музикантів:

Щоб вирішити питання справедливої винагороди та прозорості в українській музичній індустрії. Музична інформатика може вивчити блокчейн-рішення. Смарт-контракти на блокчейн-платформах можуть автоматизувати виплату роялті, гарантуючи, що українські музиканти отримають справедливую винагороду за свою роботу. Ця програма відповідає світовим тенденціям використання блокчейну для більш справедливої та прозорої музичної екосистеми [92].

6. Платформи співпраці для українських музикантів у всьому світі:

В Україні музична інформатика може сприяти створенню платформ співпраці, які об'єднуюватимуть українських музикантів у всьому світі. Онлайн-простори для віртуальної співпраці на основі інструментів композиції за допомогою ШІ можуть дозволити музикантам творити разом, незважаючи на географічні відстані. Ця глобальна мережа могла б розширити охоплення української музики та сприяти міжкультурній музичній співпраці [16].

7. Алгоритмічний аналіз структур української народної пісні:

Удосконалені алгоритми можуть розрізняти унікальні мелодичні та ритмічні моделі, притаманні українській народній музиці, надаючи розуміння регіональних варіацій і впливів. Такий аналітичний підхід міг би сприяти глибшому розумінню складного музичного гобелена України.

8. Тури віртуальної реальності (VR) об'єктами української музичної спадщини:

В Україні музичну інформатику можна використовувати для створення турів у віртуальній реальності визначними місцями музичної спадщини. Алгоритми ШІ могли б покращити цей досвід, надаючи історичний контекст, історії та інтерактивні елементи, пов'язані з українськими музичними традиціями. Ця ініціатива має на меті зробити культурні та історичні пам'ятки більш доступними для глобальної аудиторії, одночасно сприяючи глибшому зв'язку з українським музичним корінням [13].

9. Розумні музичні фестивалі з розширеним досвідом ШІ:

Україна може вивчити інтеграцію музичної інформатики в організацію фестивалів розумної музики. Ці фестивалі можуть включати компоненти, керовані ШІ, такі як персоналізовані розклади, інтерактивні інсталяції та досвід доповненої реальності. Використовуючи інтелектуальні технології, українські музичні фестивалі можуть запропонувати відвідувачам інноваційні та захоплюючі враження, залучаючи різноманітну аудиторію та сприяючи культурному розвитку країни [98].

Висновки до 1 розділу

Роль музичної інформатики в сучасному інформаційному суспільстві є багатогранною, впливаючи на весь життєвий цикл музики від створення до споживання. Її вплив виходить далеко за межі її технічного застосування та рамки технічного прогресу, торкаючись освітніх, соціальних та етичних аспектів. Вона пронизує культурний, освітній, соціальний та економічний аспекти музичного ландшафту, впливаючи на те, як ми створюємо, споживаємо та розуміємо музику в епоху цифрових технологій.

Музична інформатика, як сучасна галузь науки, об'єднує методи музичного мистецтва з інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ). Це сприяє інтерактивності і адаптивності навчальних процесів у ЗЗСО. Музична інформатика відіграє ключову роль у створенні цифрових платформ для викладання музики, розвитку творчих здібностей учнів і підвищенні їхньої цифрової грамотності.

У розділі акцентується увага на науковцях, що зробили вагомий внесок у становлення музичної інформатики. Було систематизовано дані про їхні ключові досягнення та використання технологій у музичній освіті, що дозволило глибше зрозуміти еволюцію цієї галузі. Поглиблений аналіз їх праць свідчить, що ІКТ є потужним інструментом для вдосконалення освітніх підходів і полегшує доступ до якісних навчальних ресурсів

Зарубіжні та українські дослідники зробили значний внесок у розвиток і просування музичної інформатики в світі, розширюючи межі можливого з точки зору обчислювального аналізу, створення музики та розуміння взаємодії між технологією та музикою. Вони досягли значних успіхів у таких сферах, як пошук музичної інформації, обчислювальна творчість, обчислювальне моделювання, взаємодія людини та комп'ютера, розвиток інноваційних технологій для створення та аналізу музики, пошук музичної інформації, алгоритмічну композицію та дослідження інноваційних технологій у музичних дослідженнях і практиці.

Їхня робота підкреслює важливість використання музичної інформатики в освітньому процесі ЗЗСО, надаючи цінну інформацію для педагогів. Вони зробили важливий вклад у поточний дискурс щодо ефективного використання технологій у музичній освіті, надаючи викладачам і дослідникам для цього науково обґрунтовані підходи.

Ці дослідники зробили внесок у розуміння того, як музична інформатика можна ефективно інтегрувати в освітній процес, щоб зробити його більш доступним, цікавим та корисним для учнів.

Застосування музичної інформатики у ЗЗСО дозволяє учням отримати доступ до таких інновацій:

- Віртуальні ресурси для самостійного вивчення матеріалів.
- Музичні програми для смартфонів і планшетів.
- Інтерактивні платформи, які створюють умови для групових хорових проєктів та ін..

Це, своєю чергою, сприяє розширенню методичного арсеналу педагогів і дає змогу урізноманітнити підходи до викладання музичного мистецтва.

Перспективи розвитку музичної інформатики в усьому світі є багатогранними, охоплюючи технологічні, етичні та творчі виміри: поєднання штучного інтелекту, креативних технологій, блокчейн-рішень і даних; від композиції, керованої штучним інтелектом, до квантового аналізу музики; від персоналізованих компаньйонів ШІ для музикантів до інтерактивних музичних фестивалів у реальному часі; від етномузикології до саундтреків віртуальної реальності; від тактильного зворотного зв'язку в цифрових інструментах до музичної журналістики, керованої штучним інтелектом.

У контексті України застосування музичної інформатики має величезний потенціал: від цифрових архівів до освітніх платформ на основі штучного інтелекту та мереж співпраці; від турів у віртуальній реальності до експериментальних музичних платформ і міжнародної співпраці. Ці ініціативи спрямовані на розширення можливостей українських музикантів, збереження

культурної спадщини та позиціонування України, як центру інновацій на стику музики та технологій.

Вивчення перспектив розвитку музичної інформатики дозволило виокремити ключові напрями її впровадження в освітній процес. В Україні цей процес передбачає:

- підвищення кваліфікації педагогів у сфері ІКТ,
- створення національних музичних платформ для навчання,
- впровадження інноваційних інструментів, таких як програми аналізу голосу та онлайн-ресурси в освітній процес.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ МУЗИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗЗСО

2.1. Проблеми і складності по впровадженню музичної інформатики на уроках у ЗЗСО

Впровадження музичної інформатики на уроках у ЗЗСО стикається з кількома проблемами та труднощами як в Україні так і в усьому світі. Ці виклики охоплюють різні аспекти інтеграції технологій, інфраструктури, педагогіки та суспільних факторів. Ось деякі з основних проблем і труднощів:

- Обмежений доступ до технологій, проблеми з інфраструктурою та підключенням: існує значний цифровий розрив, де деякі віддалені або недостатньо забезпечені регіони чи громади можуть зіткнутися з проблемами доступу до надійного підключення до Інтернету та відповідних пристроїв для ефективного музичного онлайн-навчання. Наприклад, вони постійно або тимчасово не мають доступу до необхідних технологічних ресурсів, через відключення світла або бойові дії під час воєнної агресії. Також багато навчальних закладів можуть мати проблеми з бюджетними обмеженнями, що ускладнює інвестування в новітні технології музичної освіти.
- Підготовка та професійний розвиток вчителів: вчителі з сільських територіальних громад можуть не мати належних можливостей для навчання, щоб розвинути необхідні навички для ефективної інтеграції технологій у навчання музиці. Деякі вчителі можуть протистояти впровадженню нових технологій через відсутність практичного досвіду, страх звільнення з роботи або занепокоєння щодо впливу на традиційні методи навчання.

- Питання безпеки та конфіденційності: зберігання та керування особистими даними учнів на онлайн-платформах викликає занепокоєння щодо безпеки та конфіденційності даних, так як навчальні заклади вразливі до загроз кібербезпеки, зокрема до витоку даних і атак програм-вимагачів.
- Сумісність обладнання та програмного забезпечення: учні та вчителі можуть використовувати різноманітні пристрої з різними операційними системами та можливостями, що призводить до проблем із забезпеченням сумісності з музичним програмним забезпеченням і програмами. Також може бути складною інтеграція різного апаратного забезпечення, пов'язаного з музикою, наприклад MIDI-контролерів і обладнання для запису, з програмними платформами.
- Часові обмеження: у традиційному навчальному середовищі може бути обмежений час для музичних занять, що ускладнює впровадження технологій без шкоди для основного навчального змісту. Вивчення та впровадження нових технологій може зайняти багато часу як для вчителів, так і для учнів, особливо коли стикаються з крутою кривою навчання.
- Технічне обслуговування: навчальні заклади можуть зіткнутися з проблемами щодо підтримки та оновлення технологічної інфраструктури, ліцензій на програмне забезпечення та обладнання.
- Інтеграція віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR): впровадження технологій віртуальної реальності та доповненої реальності для захоплюючого музичного досвіду може потребувати значних ресурсів як апаратного, так і програмного забезпечення. Проєктування та розробка додатків віртуальної реальності та доповненої реальності для музичної освіти представляє технічні проблеми, і вартість розробки може бути цьому перешкодою.

2.2. Приклади застосовування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій на уроках музичного мистецтва у ЗЗСО

«Впровадження інформаційних технік і технологій... на уроках музичного мистецтва... для учнів у загальноосвітніх школах може стати важливим елементом навчання та розвитку музичних навичок» [18 с. 141]. Наприклад: відеоматеріали та онлайн-уроки; аудіо- та відеозаписи пісень; віртуальні інструменти або програми для візуалізації звуку; застосунки для тренування слуху та інтонації; віртуальні хорові проєкти; спеціалізовані програми для вправ та вокального тренування; візуальне моделювання техніки; використання соціальних мереж.

«Інформаційно-комунікаційні техніки включають в себе методи, засоби, прийоми обробки, передачі та отримання інформації та комунікації, такі як усне, письмове, візуальне, невербальне, навички ведення діалогу, слухання та інші, незалежно від того, чи використовуються технології» [18 с. 141].

«Інформаційно-комунікаційні технології відображають конкретні технологічні рішення та інструменти, які використовуються для поліпшення обміну інформацією. Вони включають в себе використання комп'ютерів, програмного забезпечення, мережових технологій, електронних пристроїв та інших технічних засобів для поліпшення обміну інформацією» [18 с. 141].

«Основна відмінність може полягати в тому, що інформаційно-комунікаційні техніки... більше орієнтовані на ширший спектр навичок та методів, які використовуються у комунікації взагалі, в той час як інформаційно-комунікаційні технології фокусуються на застосуванні конкретних технічних засобів для обміну інформацією» [18 с. 141].

Ось деякі приклади застосовування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій на уроках музичного мистецтва у ЗЗСО.

Віртуальні ресурси для нотного матеріалу

Нота – музичний символ. Використання музичних текстів у діяльності учнів може дати позитивні результати, коли оцінювання – це спосіб виконання музичної діяльності, а не мета уроку чи приклад уроку. Посилання учнів на ноти не повинно бути рідкістю в класі. Ноти як музичні символи мають стати звичними інструментами для ефективного спілкування учнів з музичними текстами.

Учнями ЗЗСО на уроках використовуються електронні ресурси для доступу до нотних матеріалів та здобуття теоретичних знань у галузі музики.

Існує безліч віртуальних ресурсів, де можна знаходити, переглядати та завантажувати нотний матеріал. Такі ресурси допомагають учням ЗЗСО, як майбутнім музикантам отримувати доступ до широкого спектру нот для різних інструментів та вокалу і здобувати теоретичні знання.

Ось декілька популярних віртуальних ресурсів для нотного матеріалу:

IMSLP (International Music Score Library Project) – найбільший в світі віртуальний архів нот різних композиторів та стилів музики, що включає класичні і сучасні твори [49].

Musescore – спільнота, де користувачі можуть завантажувати, переглядати та редагувати ноти. Її перевага - велика кількість безкоштовних нот [70].

ChoralWiki (CPDL - Choral Public Domain Library) – спеціалізований ресурс для хорових композицій. Він також містить безкоштовні ноти для хорових виконань [47].

Sheet Music Plus – інтернет-магазин нот, де можна придбати та завантажити різноманітний нотний матеріал [80].

8notes – надає безкоштовні та платні ноти для різних інструментів та жанрів [27].

Virtual Sheet Music – пропонує ноти для різних інструментів та складу, включаючи класичну музику, джаз та популярні пісні [89].

Free-scores.com – великий архів безкоштовних нот для різних інструментів та ансамблів [88].

JW Pepper – інтернет-магазин, який пропонує широкий вибір нот для всіх видів музикантів та ансамблів [65].

Mutopia Project – безкоштовний архів класичних нот, які доступні для завантаження та друку [86].

Piano Street – спільнота для піаністів, яка пропонує ноти для різних рівнів складності та стилів [73].

Chopin Early Editions – проєкт, який містить ранні видання творів Фрідріха Шопена, доступні для перегляду та завантаження [46].

The Lester S. Levy Collection of Sheet Music (Johns Hopkins University) – колекція вінтажних нот, які представлені у цифровому форматі [81].

The Petrucci Music Library (IMSLP) – ще один ресурс IMSLP, який надає доступ до великої кількості класичних нот для різних інструментів [49].

Sheet Music Archive – бібліотека, яка містить різноманітний нотний матеріал для класичної та романтичної музики [95].

Можна констатувати, що учням ЗЗСО дуже корисно використовувати електронні ресурси: **IMSLP, Musescore, ChoralWiki, Sheet Music Plus, 8notes, Virtual Sheet Music, Free-scores.com, JW Pepper, Mutopia Project, Piano Street, Chopin Early Editions, The Lester S. Levy Collection of Sheet Music, The Petrucci Music Library, Sheet Music Archive** для доступу до нотних матеріалів та здобуття теоретичних знань у галузі музики. Ці ресурси надають різноманітний вибір нот для різних стилів та інструментів і можуть бути корисні для музикантів різного рівня навчання та досвіду. Вони дозволяють музикантам знайти нотний матеріал для своїх потреб, навчання та виконання музики. Багато з них надають безкоштовний доступ до значної кількості нот.

Музичні додатки для смартфонів або планшетів

У сучасних ЗЗСО є великі можливості застосування на уроках музичного мистецтва інформаційних технологій на прикладі використання музичних додатків для смартфонів або планшетів.

Особливо впровадження ІКТ важливо для навчання вокалу і повинно стати важливим елементом навчання та розвитку музичних навичок учнів в

школі. Мобільні музичні додатки для смартфонів або планшетів, що пропонують вправи для тренування слуху, корекції інтонації, вокальні вправи, нотний матеріал та інше, можуть бути корисними для розвитку вокальних навичок не тільки на уроках, а й у позакласних і самостійних заняттях, наприклад, додатки для слухання та вивчення популярних вокальних пісень.

Smule – підтримує спільне виконання пісень з іншими користувачами з усього світу, має креативні функції, такі як можливість запису дуетів та використання вокальних ефектів [31].

StarMaker – додаток для спільного виконання та запису караоке дозволяє створювати власні відео та спілкуватися з іншими користувачами [32].

MelodyVR – це віртуальна реальність для музики, де користувачі можуть взаємодіяти із 3D-відео виступами улюблених виконавців.

Voice Training: Learn to Sing – навчальний додаток для вивчення основ вокальної техніки та розвитку музичного слуху [33].

Sing Karaoke - Unlimited Songs – додаток для спільного виконання караоке з великою бібліотекою пісень має функції запису голосу та можливість оцінки виконання.

Musixmatch – додаток для відображення текстів пісень на екрані під час прослуховування може бути корисним для вивчення текстів та розуміння вокальних фраз [30].

Vox Tools – додаток для тренування вокальної техніки та розвитку голосових навичок містить вправи на дихання, інтонацію, тембр голосу та інші аспекти вокалу [34].

Warm Me Up – додаток для підготовки голосу до виконання, включаючи вправи на розтяжку та розігрівання голосових м'язів [35].

GarageBand (для iOS) – музичний редактор, який може бути використаний для запису та редагування вокальних треків і дозволяє експериментувати зі звуковими ефектами та аранжуванням [36].

Audacity – безкоштовний аудіоредактор для запису та обробки голосу має велику кількість функцій для творчого редагування аудіо.

Choir Player – додаток для віртуальних хорових вправ та тренувань надає можливість спілкування та виконання вокальних частин разом з іншими користувачами [45].

Підсумовуючи, можна констатувати, що мобільні музичні додатки для смартфонів або планшетів: **Smule, StarMaker, MelodyVR, Sing Karaoke - Unlimited Songs, Musixmatch, Vox Tools, Warm Me Up, Voice Training - Learn to Sing, GarageBand, Audacity, Choir Player** можуть допомогти учням поліпшити свої вокальні навички, вивчати нові пісні та спілкуватися з іншими музикантами. Треба пам'ятати, що ефективне використання цих додатків потребує систематичності та регулярної практики. Вони можуть стати доповненням до шкільного навчання, надаючи додаткові можливості для творчості. Важливо використовувати їх як інструменти для підтримки традиційного навчання.

Спеціальне програмне забезпечення

Існує безліч програмного забезпечення, яке використовується учнями ЗЗСО для аналізу, покращення голосу та редагування аранжувань пісень. Школярі можуть застосовувати спеціальне програмне забезпечення у напрямках:

- Використання програм для аналізу і покращення голосу.
- Програми для створення та редагування аранжувань пісень.

Програми для аналізу і покращення голосу:

Auto-Tune – для коригування інтонації та тембру голосу.

Melodyne – для редагування та коригування голосу, включаючи індивідуальні ноти в мелодії [43].

Vocaloid – для синтезу голосу на основі введених музичних даних та тексту [96].

Celemony Capstan – використовується для автоматичної корекції дрібних дефектів на аудіоматеріалі, таких як джерела струму або фону [83].

Waves Tune Real-Time – вокальний процесор для живого використання, призначений для корекції інтонації в реальному часі [90].

iZotope Nectar – інструменти для обробки голосу, від корекції інтонації до обробки звуку [64].

Pitcher (FL Studio) – вбудований плагін для FL Studio для корекції та маніпулювання інтонацією голосу.

Програми для створення та редагування аранжувань пісень:

Avid Pro Tools – професійне аудіо- та музичне обладнання, включаючи аранжування та зведення [37].

Logic Pro X – додаток для створення музики, який має розширені можливості аранжування [29].

FL Studio – цифрове обладнання для створення музики та редагування звуку [58].

GarageBand – програма для запису та створення музики з рядом інструментів та аранжувань.

PreSonus Studio One – програма для створення музики, запису та зведення, яка має інтуїтивний інтерфейс [74].

Cubase – програма для аранжування та запису музики, яка широко використовується в аудіопродакції [84].

Reason – інтегрована музична студія для створення музики та аранжування, яка дозволяє вам використовувати віртуальні інструменти [78].

Ableton Live – музична програма для живого використання та створення музики з великою кількістю інструментів та ефектів [28].

Bitwig Studio – цифрове аудіо-робоче місце для створення, запису та зведення музики [40].

Steinberg Nuendo – програма для аудіозапису, монтажу та мікшування, особливо популярна в області аудіопостпродакшну [85].

Ці програми відомі своєю ефективністю в обробці голосу, створенні музики та аранжуванні. Вони використовуються як аматорами, так і професіоналами в галузі аудіо- та музичного виробництва. Ці програми надають різноманітні можливості для роботи з аудіо та голосом, від автоматичної корекції голосу до створення складних аранжувань та звукових

доріжок. Спеціальне програмне забезпечення дозволяє учням не лише створювати власні аранжування та записувати голос, а й здійснювати редагування для досягнення найкращого звучання.

Онлайн-ресурси для вокальних уроків

Існує багато онлайн-ресурсів, які можуть надати учням ЗЗСО вокальні уроки та матеріали для самостійного вивчення. Йдеться про використання відеоуроків і онлайн-платформ для вокального тренування і завдання та вправи для розвитку вокальної техніки.

Ось кілька платформ та веб-сайтів, де учні можуть знайти вокальні уроки:

Singing Success (Brett Manning) – онлайн-уроки від відомого вокального тренера Бретта Меннінга. Матеріали включають в себе відеоуроки, аудіозаписи та вправи [82].

The Voice Lessons To The World – сайт, де можна знайти серію відеоуроків з вокальної техніки від засновників New York Vocal Coaching [72; 97].

Ken Tamplin Vocal Academy – курси від відомого вокального тренера Кена Тампліна, які включають відеоуроки та інші навчальні матеріали [66].

Berklee Online - Singing with Molly Holm – онлайн-курс від Берклі, який допомагає вивчити основи вокальної техніки та виразності [38].

30 Day Singer – програма вокального тренування протягом 30 днів, з відеоуроками та вправами [26].

MasterClass - Christina Aguilera Teaches Singing – відеоуроки від відомої співачки Крістіни Агільєри щодо вокальної майстерності та вираження.

Учням потрібно переконатись, що вибраний ресурс відповідає їхнім потребам та стилю навчання.

Вчителям ЗЗСО важливо нагадувати учням про необхідність дотримуватися здорової вокальної техніки і, за можливості, отримувати фідбек від професійного вокального тренера.

Віртуальні хорові проєкти

«В останні роки світ музичного мистецтва пережив значний революційний період завдяки появі віртуальних хорових проєктів, які об'єднують співаків з різних куточків світу для спільного створення музичних виступів за допомогою цифрових платформ. За океаном, зокрема в Європі та Північній Америці, такі проєкти вже зарекомендували себе як потужний інструмент співпраці та взаємодії» [19, с. 64].

Учні ЗЗСО також можуть брати участь у різноманітних віртуальних хорових проєктах разом зі співаками з різних країн та культур, які незважаючи на фізичну відстань, співпрацюють і виступають разом, демонструючи ефективність інформаційно-комунікаційних технологій у зближенні музикантів, що надає унікальні освітні можливості та стимулює розвиток ІКТ у музичній галузі, сприяє популяризації музики та розширенню аудиторії [17].

Такий досвід новий для України як з точки зору технологічних інновацій, так і з педагогічної, культурної та міжнародної перспектив.

Віртуальні хорові проєкти – це організація віртуальних хорових виступів за допомогою відео монтажу та спільне створення музичних проєктів з використанням технологій для віддаленої співпраці.

Віртуальні хорові проєкти стали популярними способом об'єднання школярів для створення музичних виступів через Інтернет.

Для учнів ЗЗСО такі проєкти можуть бути дуже захоплюючими та мають кілька переваг:

- Віртуальні хорові проєкти дозволяють взаємодіяти з учнями, незалежно від їхнього фізичного розташування.
- Створення вражаючих виступів за допомогою монтажу відео та аудіо навіть якщо виконавці фізично не перебувають в одному місці.
- Розвиток вокальної техніки, так як учні пристосовуються до інших голосів та роблять свій внесок у спільний звук.

- Творчі можливості: учням випадає можливість творчо виражати себе, обираючи пісні та аранжування, а також взаємодіяти з іншими виконавцями.
- Участь у віртуальних хорових проєктах дозволяє створити спільноту музикантів, яка може надихати та підтримувати.

При створенні віртуального учнівського хорового проєкту потрібно врахувати ряд послідовних кроків:

1. Вибір пісні, яку учні хочуть виконати. Важливо, щоб це була пісня, яка підходить для хорового виконання та має можливість для цікавого комп'ютерного аранжування.
2. Розподіл партій між виконавцями. Вони можуть виконувати різні частини творів. Використовуються спеціальні програми для аналізу вокальних даних виконавців, оптимального розподілу партій та моделюванні, як кожна партія впишеться в загальне звучання, аналізуючи гармонійні й темброві аспекти.
3. Запис та надсилення відео та аудіо, де кожен учасник хору надсилає свою частину виступу. Використовуються: алгоритми для перетворення різних форматів файлів (наприклад, MP4, WAV) у єдиний формат, придатний для обробки та монтажу; спеціальні програми, що забезпечують автоматичну компресію без втрати якості для полегшення передачі файлів; спеціальні платформи для збору та обміну даними: веб-сервіси та хмарні сховища (наприклад, **Google Drive**, **Dropbox**, **WeTransfer**), що дозволяють легко передавати великі файли; спеціалізовані музичні платформи, такі як **Soundtrap** чи **BandLab**, що підтримують обмін записами між учасниками хору з синхронізацією партій. Для автоматизованого аналізу якості виконання програмне забезпечення може аналізувати завантажені аудіо- та відеофайли на предмет якості звуку, тональності та синхронізації, наприклад, алгоритми, що зменшують шум або коригують незначні відхилення від тональності.
4. Монтаж фінального відео та змішування. Один чи декілька учнів разом із вчителем відповідають за монтаж та змішування відео та аудіо для створення

одного спільного виконання. Інструменти музичної інформатики допомагають синхронізувати зображення виконавців з їхнім аудіо, створюючи єдину композицію.

При візуалізації та синхронізації використовуються інструменти для монтажу відео, такі як **Adobe Premiere Pro**, **Final Cut Pro**, або спеціалізовані програми для хорових проєктів (наприклад, **Virtual Choir Creator**), що синхронізують аудіо та відео. Використання програмного забезпечення для автоматичного вирівнювання хорових партій дозволяє забезпечити гармонійне звучання.

Після отримання файлів виконується обробка звуку за допомогою DAW (Digital Audio Workstations), таких як **Pro Tools**, **Logic Pro X**, або **Audacity**. Це включає еквалізацію, зменшення шумів, балансування гучності тощо. Алгоритми вирівнюють голоси для створення природного багатоголосного звучання. Використання штучного інтелекту для автоматизації розташування кадрів у віртуальному хорі (наприклад, створення «мозаїчного» вигляду з учасниками).

5. Публікація та спільний виступ. Учні оприлюднюють відео на платформах спільного доступу, таких як **YouTube** або в соціальних мережах і насолоджуються спільним результатом.

Зараз існують навіть віртуальні хори та проєкти, які організовуються онлайн, і до яких учні можуть приєднатися, якщо хочуть взяти в них участь.

Запис голосу

Запис голосу може бути корисним інструментом музичної інформатики для вдосконалення музичних навичок учнів.

Спочатку відбувається запис вокальних вправ та пісень для подальшого прослуховування та аналізу. Потім записи використовуються для взаємного обговорення та отримання конструктивного фідбеку між вчителями та учнями. Ось деякі способи використання запису голосу учнями ЗЗСО:

1. Самостійний аналіз:

Учні записують своє виконання пісень або вокальних вправ за допомогою спеціального програмного забезпечення. Потім вони прослуховують запис і аналізують його, виявляючи сильні та слабкі сторони свого виконання.

2. Контроль техніки виконання:

Учні разом із вчителем спостерігають за тим, як вони використовують дихання, контролюють інтонацію та підтримують голосовий тембр. Вони звертають увагу на ті елементи техніки виконання, які можна покращити.

3. Виправлення недоліків:

Визначаються області, в яких можна покращити своє виконання, і розробляються конкретні плани для вдосконалення цих аспектів.

4. Моніторинг прогресу:

Учні регулярно записують свої виконання, щоб відстежувати прогрес у вокальному розвитку. Вони порівнюють різні записи, щоб побачити, як їх голос розвивається з часом.

5. Вивчення нових пісень:

Учні використовують запис голосу для вивчення нових пісень так, як під час прослуховування можна визначити слабкі місця та працювати над ними.

6. Отримання фідбеку:

Учні можуть поділитися своїми записами з вокальним тренером, вчителем або іншими досвідченими музикантами для отримання конструктивного фідбеку.

7. Експерименти з ефектами:

Учні використовують програми або програмне забезпечення для обробки аудіо для експериментів зі звуковими ефектами, які можуть додати варіативність до їхнього виконання.

Отже, запис голосу може стати потужним інструментом музичної інформатики, допомагаючи учням слухати свій голос об'єктивно, виправляти помилки та розвивати вокальні таланти.

2.3. Методичні рекомендації щодо проведення позакласного інтегрованого заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО

Застосування сучасних цифрових технологій у сфері освіти – це одна з ключових і перспективних тенденцій розвитку світового освітнього процесу. Останнім часом комп'ютерні пристрої та інші інструменти ІКТ дедалі активніше впроваджуються у загальноосвітніх школах для вивчення більшості дисциплін, а також для освоєння музичного мистецтва за допомогою інформаційних технологій.

У процесі здобуття знань важливим є не сам факт використання інформаційних технологій, а те, наскільки вони сприяють досягненню навчальних цілей.

Комп'ютер – це інструмент, який полегшує роботу педагога, проте вчителю необхідно докласти значних зусиль, щоб опанувати цей інструмент. Це включає творчий підхід до підбору навчальних матеріалів, адаптацію методів викладання з урахуванням можливостей комп'ютерних технологій, мережевих ресурсів та мультимедійного наповнення занять.

Методика застосування комп'ютера на заняттях може відрізнятися залежно від дисципліни. На вибір дидактичних підходів впливають зміст предмета, вікові особливості учнів, різноманітність навчального програмного забезпечення та рівень професійної підготовки викладачів інформатики. Усі ці чинники визначають, як саме комп'ютери можуть бути ефективно використані у школі.

Під час підготовки позакласного інтегрованого заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО з використанням ІКТ треба пам'ятати, що це звичайний урок, і необхідно планувати його структуру відповідно до поставлених завдань. Важливо підібрати навчальні матеріали, дотримуючись основних принципів дидактики: послідовності, системності, доступності, диференціації, науковості тощо. У цьому контексті комп'ютер не замінює педагога, а лише доповнює його роль.

Заняття «інформатика-музичне мистецтво» може бути інтерактивним завдяки мультимедійним програмам, що дозволяють учням не лише слухати твори композиторів, а й бачити їх нотний запис, експериментувати з аранжуванням, створювати власні композиції та миттєво відтворювати їх. Це дає змогу не лише навчатися теорії, а й активно практикуватися у творчості. Мультимедійні програми можуть допомогти учням створювати власні треки в **GarageBand**, вивчати нотну грамоту за допомогою **MuseScore** або аналізувати музичні твори через графічну візуалізацію в **Sonic Visualiser**. Це поєднує навчання з практикою, стимулюючи творчий потенціал та інтерес до музики.

Вчителю важливо пам'ятати, що мультимедійні програми орієнтовані переважно на самостійне активне засвоєння учнями нових знань та навичок. Їх структура, навчальний фокус та вирішення освітніх (або наукових) завдань спрямовані на стимулювання «активної мисленнєвої діяльності» школярів. Учні можуть вибирати зручний темп роботи з мультимедійними програмами відповідно до своїх інтересів і можливостей, перевіряти правильність відповідей і використовувати здобуті знання для подальшого навчання та розвитку.

На інтегрованих заняттях з «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики із застосуванням музичної інформатики, учні здобувають базові комп'ютерні навички та вчать застосовувати один із найсучасніших і найпотужніших універсальних інструментів – персональний комп'ютер. Це допомагає їм розкривати власний творчий потенціал та реалізовувати ідеї через цифрові технології.

Інформаційно-комп'ютерні технології в навчальному процесі відкривають широкі можливості для підвищення рівня творчої активності. Учень перестає бути пасивним споживачем готової навчальної інформації та перетворюється на активного учасника навчання. Він отримує можливість самостійно шукати необхідні відомості, створювати та розробляти відповідні методи виконання завдань.

Можна сформулювати основні рекомендації для вчителя інформатики щодо впровадження інтеграції музичної інформатики на заняттях:

1. Необхідно визначити, які саме завдання повинна виконати музична інформатика на позакласному інтегрованому занятті «інформатика-музичне мистецтво» у ЗЗСО.
2. З огляду на конкретні умови й особливості класу, вчитель має спланувати, як використовувати кожен інструмент музичної інформатики, щоб він справляв визначений естетичний вплив на учнів та сприяв створенню більш цікавої і змістовної структури заняття.

Рекомендації, щодо підготовки вчителя інформатики до інтегрованого заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО:

– Планування інтегрованого заняття:

1. Визначення міжпредметних зв'язків у змісті курсів інформатики та музики:
 - принципи кодування звукових даних, а також їх запис і збереження у форматі звукових файлів;
 - редагування записаного концерту за допомогою базових звукових редакторів;
 - створення мультимедійних презентацій із використанням звукового супроводу.
2. Формулювання теми заняття так, щоб у ній гармонійно поєднувалися елементи обох дисциплін.
3. Постановка цілей, які інтегрують обидва предмети, із виділенням універсальних навчальних навичок.
4. Відбір і адаптація навчального матеріалу для реалізації інтегративного підходу.
5. Планування діяльності учнів відповідно до змісту заняття.
6. Підготовка необхідного обладнання та програмного забезпечення.

– Реалізація інтегрованого заняття:

1. Підготовка відповідних навчальних засобів і матеріалів.

2. Надання учням чіткої інструкції щодо завдань заняття.
3. Інтеграція матеріалів обох предметів на кожному етапі заняття для досягнення гармонійного поєднання інформатики та музичного мистецтва.
4. Під час підведення підсумків заняття акцентування уваги на ключових аспектах обох дисциплін.

Отже, можна виокремити наступні методичні рекомендації щодо проведення позакласного інтегрованого заняття з «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО.

1. Підготовчий етап

1.1. Визначення мети та завдань заняття:

- Сприяння інтеграції знань учнів з інформатики та музики.
- Розвиток креативного мислення, художнього смаку, технічних навичок.
- Формування міжпредметних компетентностей, таких як робота зі звуковими файлами, створення мультимедійних проєктів, аналіз музичних творів.

1.2. Розробка теми заняття:

Тематика має бути цікавою, доступною та практично орієнтованою.

Приклади тем:

- «Створення саундтреку для мультимедійної презентації».
- «Музична обробка: редагування аудіофайлу у звуковому редакторі».
- «Музичні інструменти через призму програмного забезпечення».

1.3 Відбір навчального матеріалу:

- Вибір музичних творів, що відповідають тематиці.
- Підготовка цифрових інструментів, таких як програми для обробки звуку (Audacity, GarageBand), створення мультимедіа (PowerPoint, Canva, Prezi).

1.4 Технічне забезпечення:

- Перевірка наявності і справності обладнання (комп'ютери, проєктори, звукова апаратура, навушники).
- Встановлення необхідного програмного забезпечення.

2. Організація заняття

2.1. Планування структури заняття:

- Вступна частина: мотивація та пояснення важливості інтеграції інформатики та музики.
- Основна частина: виконання практичних завдань, які поєднують музичну творчість і роботу з комп'ютерними програмами.
- Заключна частина: презентація робіт учнів, рефлексія та підведення підсумків.

2.2. Залучення учнів до активної участі:

- Розподілення ролей між учасниками (композитор, редактор, дизайнер).
- Створення міні-груп для виконання проєктів, якщо це дозволяє формат заняття.

2.3. Використання мультимедійних технологій:

- Демонстрація наочних прикладів через інтерактивні презентації, відео чи аудіоматеріали.
- Практичне використання програм для створення та обробки звукових чи візуальних матеріалів.

3. Приклади інтерактивних форм роботи

- Музично-інформатичний квест: учні шукають «звукові підказки» та виконують завдання, пов'язані з обробкою звуку чи створенням музики.
- Творчі майстерні: створення музичних відеокліпів, запис подкасту або музичного треку.
- Конкурс проєктів: підготовка мультимедійних презентацій або аранжування мелодії за допомогою програм.

4. Рекомендації для вчителя

- Враховувати вікові особливості учнів: адаптувати завдання відповідно до їхнього рівня знань.
- Організувати ефективний зворотній зв'язок: аналізувати результати, звертати увагу на досягнення та давати рекомендації для покращення.
- Розвивати творчість: створювати умови для вільного вираження музичних ідей, одночасно демонструючи можливості інформатики.

5. Очікувані результати

- Збільшення зацікавленості учнів у навчанні завдяки інтеграції технологій і мистецтва.
- Розвиток технічних навичок роботи з мультимедіа та музичними програмами.
- Поглиблення знань у галузях інформатики та музичного мистецтва.
- Створення інтерактивного навчального середовища, що сприяє командній роботі та креативному мисленню.

6. Оцінювання результатів

- Презентація створених проєктів.
- Аналіз творчого підходу та технічної реалізації завдань.
- Рефлексія учнів: обговорення вражень, труднощів і нового досвіду.

Ці методичні рекомендації сприяють ефективному впровадженню інтегрованого підходу, забезпечуючи одночасний розвиток музичних і цифрових компетенцій учнів.

2.4. Методи інтегрування ІКТ в позакласне заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО

Сучасна освіта вимагає від учителів інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальний процес, зокрема в такі творчі сфери, як музичне мистецтво. Поєднання музики й інформатики дозволяє учням не лише розширити знання, а й розвинути цифрову грамотність і

креативність. Таке інтегроване заняття сприяє формуванню цілісного сприйняття світу, де музика і технології співіснують гармонійно.

При розробці комплексу рекомендацій для вчителів щодо використання музичної інформатики в освітньому процесі ЗЗСО можна виділити такі загальні методи інтегрування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в урок музичного мистецтва: мультимедійної презентації, інтерактивного навчання через онлайн-платформи, аудіообробки в програмах для роботи зі звуком, створення музичного відео, інтерактивних музичних інструментів, комп'ютерного нотного набору, роботи з цифровими звуковими бібліотеками, віртуальної реальності (VR) у музиці, інтегрованих творчих проєктів, онлайн-спільної роботи, проєктування інтерактивних карт, які наведені у таблиці 2.1.

Вони також можуть застосовуватись при проведенні позакласного заняття «Інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО.

Таблиця 2.1

Загальні методи інтегрування ІКТ в позакласне заняття «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО

№	Назва методу	Суть методу	Приклад	Ефект
1	Метод мультимедійної презентації	Використання мультимедійних інструментів (PowerPoint, Canva, Prezi) для візуалізації матеріалу про композиторів, музичні стилі або інструменти	Створення інтерактивної презентації, яка включає відео із записом концертів, аудіофрагменти музичних творів, історичні фотографії, що ілюструють розвиток музичних жанрів	Покращення візуального та слухового сприйняття учнями
2	Метод інтерактивного навчання через онлайн-платформи	Застосування онлайн-ресурсів для створення інтерактивних завдань, тестів або вікторин	Використання платформ Kahoot! або Quizlet для музичних вікторин, таких як «Впізнай мелодію» або «Розпізнай інструмент»	Підвищення зацікавленості учнів завдяки елементам гри
3	Метод аудіообробки в програмах для роботи зі звуком	Використання програм Audacity, GarageBand або FL Studio для запису, редагування та мікшування музичних композицій	Створення власного аранжування популярної мелодії або запис музичного подкасту	Розвиток технічних навичок і творчих здібностей учнів
4	Метод створення музичного відео	Інтеграція програм для створення та редагування відео (наприклад, Adobe Premiere Pro, Movavi, або	Створення відеокліпу, який ілюструє пісню чи музичний твір	Покращення розуміння зв'язку між музикою та

		CapCut) для візуалізації музичних творів		візуальним мистецтвом
5	Метод інтерактивних музичних інструментів	Використання віртуальних музичних інструментів (Synthesia, Virtual Piano, Noteflight)	Учні грають мелодію на віртуальному піаніно або створюють ноти в онлайн-редакторі	Розуміння принципів гри на інструментах і нотного запису
6	Метод комп'ютерного нотного набору	Використання програм для створення та редагування нот (MuseScore, Finale, Sibelius)	Учні створюють власну мелодію або записують фрагменти пісень у нотному редакторі	Формування навичок роботи з музичною грамотою
7	Метод роботи з цифровими звуковими бібліотеками	Використання звукових бібліотек (Freesound, BBC Sound Effects) для створення композицій	Підбір звуків природи для супроводу музичного твору або створення атмосфери в аудіопроєкті	Розширення знань учнів про акустику та звукове оформлення
8	Метод віртуальної реальності (VR) у музиці	Використання VR-інструментів для створення інтерактивного музичного досвіду	Учні «відвідують» віртуальний концерт або створюють музичні перформанси у VR-середовищі	Поглиблення вражень від музики через сучасні технології
9	Метод інтегрованих творчих проєктів	Організація колективних проєктів, які поєднують інформатику та музику	Створення інтерактивного музичного календаря, де кожна сторінка присвячена окремому музичному стилю чи епосі	Розвиток командної роботи та багатогранного підходу до навчання
10	Метод онлайн-спільної роботи	Використання хмарних сервісів (Google Workspace, OneDrive) для спільної роботи над музичними проєктами	Учні створюють спільний мультимедійний проєкт, де інтегрують музику, зображення та текст	Формування цифрових навичок та навичок дистанційної співпраці
11	Метод проєктування інтерактивних карт	Використання програм для створення інтерактивних карт або схем	Створення «музичної карти світу», де кожен регіон представлений своїми унікальними жанрами або стилями	Розширення музичного світогляду та зацікавленість учнів

Крім того, за бажанням учнів, для навчання вокалу можна також використовувати такі спеціальні методи інтегрування музичної інформатики в позакласне заняття «інформатика-музичне мистецтво»: караоке-платформ, аналізу голосу, цифрових нотних редакторів, відеоаналізу виконання, віртуальних хорових платформ, онлайн-ресурсів для навчання техніки співу, генерації звуку і автоакомпанементу, які наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Спеціальні методи інтегрування музичної інформатики в позакласне
заняття «інформатика-музичне мистецтво» для розвитку вокальних навичок
учнів в курсі інформатики ЗЗСО

№	Назва методу	Суть методу	Приклад	Ефект
1	Метод караоке-платформ	Використання інтерактивних караоке-додатків або програм для тренування вокалу.	Вивчення вокальної партії через додаток Smule або KaraFun , використання мікрофона.	Покращення інтонації, розвиток слуху та розуміння динаміки виконання.
2	Метод аналізу голосу	Використання програмного забезпечення для оцінки вокальної техніки.	Програми Sing Sharp або Vocal Pitch Monitor аналізують точність інтонації.	Розвиток самоконтролю, удосконалення технічної точності виконання.
3	Метод цифрових нотних редакторів	Використання програм для створення або вивчення нот вокальних творів.	Створення власних вокальних вправ у MuseScore , адаптація пісень для навчання.	Поглиблення музичної грамотності, краща інтеграція вокальних і творчих навичок.
4	Метод відеоаналізу виконання	Запис і перегляд власного виконання для аналізу техніки та виразності.	Використання смартфона або платформи Flipgrid для обміну записами з учителем.	Покращення сценічного самоконтролю, розуміння власних помилок і прогресу.
5	Метод віртуальних хорових платформ	Організація спільних виконань через онлайн-додатки.	Використання Soundtrap або BandLab для запису багатоголосся в режимі онлайн.	Розвиток ансамблевого слуху, вдосконалення роботи в команді, цифрова взаємодія.
6	Метод онлайн-ресурсів для навчання техніки співу	Застосування навчальних відео і тренувальних платформ.	Використання уроків на YouTube чи курсів на Skillshare для опанування різних технік співу.	Підвищення вокальної техніки, доступ до професійних порад і методик.
7	Метод генерації звуку	Використання додатків для створення	Програма Chordify автоматично створює акорди	Покращення ритмічності,

	і автоакомпанементу	акомпанементу.	для улюбленої пісні.	можливість репетиції без живого акомпаніатора.
--	------------------------	----------------	----------------------	---

Вчителям інтеграція цих методів допомагає розширити можливості уроків, сприяє зацікавленню учнів і значно вдосконалює їхні вокальні навички завдяки синергії мистецтва і технологій.

Рекомендацій для вчителів щодо використання музичної інформатики в освітньому процесі ЗЗСО:

1. Використання спеціалізованого програмного забезпечення

- Рекомендації: Використовуйте програми для аналізу вокалу, наприклад, **SingSharp**, **Vocal Pitch Monitor**, або **VocalizeU**, які допомагають відслідковувати інтонацію, діапазон і якість звуку.
- Переваги: ці програми дозволяють учням візуалізувати свій вокальний прогрес, отримувати зворотний зв'язок і працювати над технічними аспектами вокалу.

2. Інтеграція мультимедійних технологій

- Рекомендації: використовуйте мультимедійні презентації, відеоуроки та інтерактивні вправи. Наприклад, створюйте навчальні матеріали у **Prezi** або **Canva** з аудіо- та відеоілюстраціями вокальних технік.
- Переваги: це робить уроки більш цікавими та зрозумілими, сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

3. Онлайн-платформи та віртуальні проекти

- Рекомендації: організуйте віртуальні хорові проекти за допомогою платформ, таких як **Soundtrap** або **BandLab**, де учні записують окремі вокальні партії для створення спільного музичного твору.
- Переваги: покращує командну роботу, розвиває технічні навички та дозволяє брати участь у навчанні дистанційно.

4. Застосування мобільних додатків

- Рекомендації: рекомендуйте учням використовувати мобільні додатки для розспівування і тренування голосу, наприклад, **Vanido**, **Smule**, або **Vocalizzo Lite**.
- Переваги: це дозволяє учням тренуватися вдома, отримувати зворотний зв'язок і підвищувати рівень технічної майстерності.

5. Тренування слуху за допомогою цифрових технологій

- Рекомендації: використовуйте програми для розвитку музичного слуху, такі як **EarMaster** або **Tenuto**, які допомагають учням краще розуміти інтонацію, ритм і гармонію.
- Переваги: сприяє кращому розумінню музичних основ, що важливо для учнів.

6. Використання платформ для нотного запису

- Рекомендації: використовуйте сервіси, такі як **MuseScore** або **Noteflight**, для створення та редагування нотного матеріалу, який учні можуть використовувати для самостійного навчання.
- Переваги: доступ до нотного матеріалу у цифровій формі полегшує його вивчення та відтворення.

7. Організація інтегрованих занять

- Рекомендації: поєднуйте музичне мистецтво з іншими предметами, наприклад, інформатикою. Організуйте проекти, де учні створюють музичні композиції за допомогою простих алгоритмів або спеціалізованого програмного забезпечення, як-от **Sonic Pi**.
- Переваги: розвиває міжпредметні зв'язки, критичне мислення та навички програмування.

8. Запис і аналіз голосу

- Рекомендації: залучайте учнів до запису власного голосу з подальшим аналізом у програмах, таких як **Audacity** або **GarageBand**.
- Переваги: допомагає учням усвідомити свої помилки, вдосконалити техніку виконання та оцінити власний прогрес.

9. Проведення онлайн-майстер-класів

- Рекомендації: організуйте зустрічі з професійними музичними педагогами через Zoom, Google Meet чи YouTube Live.
- Переваги: учні отримують досвід спілкування з експертами, підвищують мотивацію та натхнення до навчання.

10. Гейміфікація навчального процесу

- Рекомендації: використовуйте ігрові методики, наприклад, змагання в розпізнаванні нот або виконанні вокальних вправ через інтерактивні додатки.
- Переваги: підвищує інтерес учнів і сприяє більш активному залученню до навчання.

Інтеграція цих інноваційних підходів забезпечить ефективне та захопливе навчання у ЗЗСО, враховуючи сучасні технологічні можливості та потреби учнів.

Висновки до 2 розділу

Проведений аналіз показав, що впровадження музичної інформатики на уроках у ЗЗСО супроводжується певними проблемами. Основними серед них є недостатній рівень технічної забезпеченості шкіл, недостатня підготовка педагогів до використання цифрових інструментів та складнощі з доступом до якісних ресурсів. Також виявлено, що частина викладачів стикається із відсутністю методичних матеріалів, адаптованих до використання ІКТ для викладання музики.

Складнощі інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій в навчання музичного мистецтва багатогранні та вимагають комплексного підходу та постійної уваги, співпраці та інновацій. Це передбачає цілісний підхід, який враховує технологічні, педагогічні, етичні та культурні аспекти для забезпечення ефективного та справедливого використання технологій у музичній освіті. Вирішення цих проблем вимагає узгоджених зусиль освітніх закладів, постачальників технологій і вчителів для створення сприятливого та

інклюзивного середовища для ефективної інтеграції інформаційних і комунікаційних технологій у музичну освіту учнів ЗЗСО.

«Використання сучасних технік, методів та інтерактивних засобів...музичної інформатики... для учнів ЗЗСО може поліпшити ефективність навчання, забезпечити доступ до цінних ресурсів та сприяти розвитку їх музичних здібностей» [18 с. 142].

ІКТ забезпечують нові можливості для навчання музичному мистецтву, сприяючи кращому сприйняттю матеріалу та розвитку творчих навичок учнів. У роботі розглянуто конкретні приклади застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій на уроках музичного мистецтва у ЗЗСО:

- Віртуальні ресурси для нотного матеріалу дозволяють забезпечити учнів доступом до багатого нотного контенту, сприяючи їхньому самостійному навчанню.
- Музичні додатки для смартфонів та планшетів полегшують тренування вокальних технік і дозволяють візуалізувати основи співу.
- Спеціалізоване програмне забезпечення відкриває можливості для аналізу голосу, оцінки інтонації, динаміки та тембру.
- Онлайн-ресурси для уроків музичного мистецтва забезпечують доступ до навчальних матеріалів від провідних педагогів і музикантів у зручному інтерактивному форматі.
- Віртуальні хорові проекти сприяють організації спільних виступів без географічних обмежень, залучаючи учнів до глобальних творчих ініціатив.
- Використання запису голосу допомагає учням аналізувати свої виконання, вдосконалювати вокальні навички та відслідковувати прогрес.

Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у заняття музичного мистецтва сприяє підвищенню якості навчання, розвитку творчих здібностей учнів і формуванню важливих міжпредметних компетентностей. Використання

сучасних технологій перетворює урок на інтерактивний, захоплюючий процес, стимулюючи учнів до нових досягнень у музичному мистецтві.

Використання ІКТ у позакласних заняттях «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики дозволяє перетворити навчальний процес на цікавий, інтерактивний і багатовимірний. Ця інтеграція не лише підвищує рівень технічної підготовки учнів, але й формує у них глибше розуміння музики як невід'ємної частини сучасного світу.

На основі аналізу було розроблено низку методичних рекомендацій для проведення інтегрованих занять «інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики. Вони включають:

- інтеграцію навчальних додатків у позакласні заняття,
- використання інтерактивних технологій для проведення практичних занять,
- створення умов для участі учнів у спільних проєктах на базі віртуальних платформ.

Розроблені загальні та спеціальні методи інтеграції ІКТ у позакласне заняття «Інформатика-музичне мистецтво» в курсі інформатики ЗЗСО спрямовані на роботу з учнями у творчій, інтерактивній формі: метод мультимедійної презентації, інтерактивного навчання через онлайн-платформи, аудіообробки в програмах для роботи зі звуком, створення музичного відео, інтерактивних музичних інструментів, комп'ютерного нотного набору, роботи з цифровими звуковими бібліотеками, віртуальної реальності (VR) у музиці, інтегрованих творчих проєктів, онлайн-спільної роботи, проєктування інтерактивних карт, караоке-платформ, аналізу голосу, цифрових нотних редакторів, відеоаналізу виконання, віртуальних хорових платформ, онлайн-ресурсів для навчання техніки співу, генерації звуку і автоакомпанементу.

Використання ІКТ на позакласному занятті «Інформатика-музичне мистецтво» дозволяє:

- підвищити зацікавленість учнів,
- покращити якість навчального матеріалу,

- спростити організацію позакласних занять та їхню адаптацію під індивідуальні потреби учнів.

ВИСНОВКИ

Музична інформатика, як міждисциплінарна галузь, об'єднує музику та інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), відкриваючи нові можливості для навчання і творчості. Аналіз довів, що використання музичної інформатики у ЗЗСО дозволяє підвищити якість навчання, урізноманітнити методи викладання і забезпечити персоналізований підхід до творчого розвитку учнів.

Сучасний розвиток освіти передбачає інтеграцію інноваційних технологій, які сприяють підвищенню якості та ефективності навчального процесу. Використання музичної інформатики для навчання учнів закладів загальної середньої освіти є одним із перспективних напрямків, що відповідає потребам цифрової трансформації освіти.

Музична інформатика дозволяє ефективно поєднувати традиційні методи навчання з інноваційними інструментами, такими як віртуальні інструменти, синтезатори, програми для створення та редагування музики. Це відкриває можливості для більш глибокого освоєння музичних знань, розвитку творчого потенціалу учнів.

Особливо актуальним це питання стає для України, де впровадження цифрових технологій у систему освіти є пріоритетним завданням державної політики. Водночас, недостатня кількість методичних розробок та практичних рекомендацій для використання музичної інформатики у ЗЗСО створює потребу в дослідженні цієї теми.

Використання музичної інформатики в освітньому процесі дозволяє забезпечити:

- інтерактивність і доступність навчальних матеріалів;
- адаптацію до індивідуальних особливостей учнів;
- інтеграцію мистецьких і технічних дисциплін;
- формування цифрових компетенцій у галузі музики.

У сучасному суспільстві, де технології все більше впливають на творчі та освітні процеси, важливо забезпечити учнів знаннями та навичками, що дозволять їм реалізувати свій потенціал у цифровому середовищі. Це робить тему роботи не лише актуальною, але й стратегічно важливою для розвитку освіти та культури України.

Таким чином, вивчення прикладних аспектів використання музичної інформатики у ЗЗСО сприяє формуванню нових підходів до навчання, які відповідають викликам сучасності, інтегруючи технології у творчий процес та забезпечуючи якісну освіту нового покоління.

Можна констатувати, що актуальність використання музичної інформатики у загальноосвітніх школах України важко переоцінити. Цифрова революція в музичній освіті відкриває двері в нову еру доступності, творчості та співпраці. Використовуючи ІКТ, вчителі дають учням можливість не лише вчитися, але й робити свій внесок у багатий гобелен світового музичного ландшафту.

Актуальність використання музичної інформатики у ЗЗСО є водночас глибокою та трансформуючою. Оскільки ми орієнтуємося в постійно змінюваному ландшафті музичної освіти, продумана інтеграція технологій гарантує, що учні не лише оволодіють основними музичними навичками, але й будуть готові до викликів і можливостей цифрової ери.

Продовження інтеграції музичної інформатики в освітній процес в Україні відкриває безліч можливостей, від культурного дослідження та віртуальних змагань до персоналізованого досвіду навчання та глобальної співпраці. Багатогранний вплив ІКТ забезпечує збагачення, урізноманітнення та узгодження творчого розвитку українських учнів із вимогами сучасного мистецького середовища. Оскільки Україна вступає в цифрову епоху в освіті, гармонійна інтеграція технологій і музичних традицій обіцяє виховати нове покоління різнобічних, культурно обізнаних і глобально пов'язаних громадян.

У роботі досліджено праці вітчизняних та зарубіжних учених, які зробили теоретичний і практичний внесок у розвиток музичної інформатики та її інтеграцію в освітній процес у ЗЗСО. Сфери їх досягнень:

- Алгоритмічна композиція: створення музики на основі алгоритмів.
- Музичні додатки: розробка мобільних і десктопних програм для навчання та створення музики.
- Цифровий звук: аналіз, синтез і обробка звуку.
- Освітні технології: інтеграція музичної інформатики в навчальні програми.

На думку як зарубіжних, так і українських вчених, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) можуть ефективно інтегруватися в освітній процес ЗЗСО через різноманітні підходи:

Зарубіжні підходи:

- Дистанційне навчання: Використання платформ на кшталт **Zoom**, **Google Meet** чи спеціалізованих сервісів (наприклад, **SmartMusic**), де учні можуть отримувати зворотний зв'язок щодо свого виконання.
- Віртуальні симулятори та додатки: Наприклад, програми типу **Vocaloid** дозволяють експериментувати з різними вокальними техніками. Також можна використовувати ігрові додатки для навчання вокалу (наприклад, **SingSharp**).
- Технології для аналізу звуку: Використання програмного забезпечення для аналізу частот, інтонації та динаміки голосу (наприклад, **Praat** або **Melodyne**), яке допомагає більш об'єктивно оцінити виконання.

Українські підходи:

- Інтеграція інтерактивних нотних редакторів: Наприклад, використання **MuseScore** чи **Noteflight** дозволяє учням створювати та вивчати вокальні партії.
- Віртуальні хорові проєкти: Використання платформ для запису та синхронізації хорового виконання, наприклад, у програмі **Soundtrap**.

- Застосування смартфонів у навчанні: Додатки типу **GarageBand** чи **SingPlay** сприяють тому, щоб учні могли займатися вокалом самостійно у зручний для них час.

Застосування ІКТ допомагає урізноманітнити навчальний процес, зробити його більш персоналізованим і цікавим для учнів.

У роботі особливу увагу приділено аналізу перспектив розвитку музичної інформатики в Україні. Виявлено, що вона є потужним інструментом для модернізації музичної освіти, зокрема через застосування інтерактивних методів і технологій.

Перспективи розвитку музичної інформатики в Україні:

1. Інтеграція української народної музики в цифрові платформи.
2. Віртуальні інструменти на основі штучного інтелекту для тиражування українських народних інструментів.
3. Цифрові архіви української музичної спадщини.
4. Музичні освітні платформи на основі ІІІ, адаптовані до українських учнів.
5. Блокчейн-рішення для авторських прав українських музикантів.
6. Платформи співпраці для українських музикантів у всьому світі.
7. Алгоритмічний аналіз структур української народної пісні.
8. Тури віртуальної реальності (VR) об'єктами української музичної спадщини.
9. Розумні музичні фестивалі з розширеним досвідом ІІІ.

У роботі проаналізовано приклади застосовування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій на уроках музичного мистецтва у ЗЗСО:

- Віртуальні ресурси для нотного матеріалу забезпечують зручність доступу до якісних навчальних матеріалів.
- Музичні додатки для смартфонів або планшетів, що дозволяють інтерактивно розвивати вокальні навички.
- Спеціальне програмне забезпечення.

- Онлайн-ресурси для вокальних уроків.
- Віртуальні хорові проєкти, що дозволяють учням брати участь у колективному співі незалежно від географічного розташування.
- Запис голосу.

У роботі визначено основні проблеми, пов'язані з упровадженням музичної інформатики у навчальний процес, серед яких недостатня технічна база шкіл, низький рівень цифрової грамотності педагогів і потреба у розробці адаптованих навчальних програм. Водночас перспектива використання ІКТ відкриває нові горизонти для залучення учнів і підвищення їхньої мотивації до навчання.

Запропоновані методичні рекомендації щодо інтеграції музичної інформатики у навчальний процес допоможуть як вчителям музичного мистецтва, так і інформатики створювати сучасні та ефективні освітні програми.

У роботі представлено алгоритм проведення інтегрованих уроків і позакласних занять із використанням ІКТ, що сприяє розвитку творчих здібностей учнів.

1. Планування заняття: визначення мети та завдань, тематики заняття, підготовка ресурсів.

2. Структура заняття:

- Вступна частина: Ознайомлення з темою заняття; демонстрація прикладів використання ІКТ у музичному мистецтві (наприклад, як працюють музичні додатки або програми для створення композицій).
- Основна частина: Практична діяльність, наприклад, створення простих мелодій у музичних програмах, робота з нотними редакторами або запис власного голосу з аналізом через ІКТ; Використання інтерактивних платформ, таких як **Flat.io** або **MuseScore**, для нотного запису чи створення гармоній; Пояснення базових принципів обробки звуку,

наприклад, за допомогою програм **Audacity** чи мобільних додатків на кшталт **GarageBand**.

- Заключна частина: Аналіз виконаних завдань; Презентація учнями результатів своєї роботи; Обговорення того, як ІКТ допомогли реалізувати поставлені завдання.

3. Методичні підходи: Проєктний метод, групова робота, інтерактивне навчання, гейміфікація.

4. Використання технологій: Мобільні додатки; онлайн-платформи; віртуальні хорові проєкти.

5. Оцінювання: Критерії; Самооцінювання.

6. Мотивація учнів.

Такі інтегровані заняття сприяють розвитку не лише музичних, а й цифрових та творчих навичок учнів, формують здатність до міждисциплінарного мислення, що відповідає вимогам сучасної освіти.

У роботі представлені рекомендації для вчителів інформатики щодо використання музичної інформатики в освітньому процесі ЗЗСО:

1. Використання спеціалізованого програмного забезпечення.
2. Інтеграція мультимедійних технологій.
3. Онлайн-платформи та віртуальні проєкти.
4. Застосування мобільних додатків.
5. Тренування слуху за допомогою цифрових технологій.
6. Використання платформ для нотного запису.
7. Організація інтегрованих занять.
8. Запис і аналіз голосу.
9. Проведення онлайн-майстер-класів.
10. Гейміфікація навчального процесу.

Інтеграція цих інноваційних підходів забезпечить ефективне та захопливе навчання, враховуючи сучасні технологічні можливості та потреби учнів.

Результати дослідження «Прикладні аспекти використання музичної інформатики у ЗЗСО» мають значний практичний потенціал для впровадження

в освітній процес. Розроблені методики та рекомендації можуть бути використані як основа для створення сучасних освітніх програм та впроваджені у шкільну програму для формування цифрових та творчих компетентностей учнів.

У процесі дослідження підтверджено, що музична інформатика відіграє важливу роль в освітньому процесі у ЗЗСО. Використання ІКТ не лише підвищує ефективність навчання, а й сприяє формуванню цифрових навичок учнів, що відповідає сучасним вимогам до освітнього процесу.

Використання музичної інформатики у ЗЗСО є ефективним інструментом для модернізації освітнього процесу, сприяючи розвитку індивідуальних здібностей учнів, їхньої цифрової компетентності та творчого потенціалу.

В подальших дослідженнях можна більш детально розглянути прикладні аспекти використання музичної інформатики у закладах позашкільної освіти та початкових спеціалізованих мистецьких навчальних закладах (школах естетичного виховання).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апшай Ф. В. Формування ІКТ-компетентності майбутніх фахівців галузі "Культура і мистецтво": автореф. дис. ... канд. пед. наук : [спец.] 13.00.04 "Теорія і методика проф. освіти" / Апшай Федір Васильович; Рівненський держ. гуманітарний ун-т. Захищена 29.09.2021. Рівне, 2021. 20 с.
2. Булка Б. А. Особливості та імплікації застосування машинного навчання для створення музичного матеріалу. *Architecture and art*, 2020. URL: <https://www.ukrlogos.in.ua/10.11232-2663-4139.10.04.html> (дата звернення: 19.12.2023)
3. Використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій для діагностики обдарованості дітей та молоді [Текст] : методичні рекомендації / О. Л. Сухий, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. 52 с.
4. Волинець В. О. Інтеграція віртуальної та доповненої реальності у мистецтво [Електронний ресурс] / В. О. Волинець. Електронні текстові дані // Культура і сучасність : альманах. 2021. № 1. С. 9-16.
5. Гордєєв Р. С., Граф М. С. Аналіз існуючих алгоритмів музичних рекомендаційних систем. *Технічна інженерія*, 2(90): С. 87–93. (дата звернення 19.12.2023) [Електронний ресурс] режим доступу: <http://ten.ztu.edu.ua/article/view/268162> .
6. Гуревич Р. С. Інформаційні технології навчання: інноваційний підхід: навчальний посібник / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія, Л. С. Шевченко ; за ред. Гуревича Р. С. Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2012. 348 с.
7. ЄМУЗЕЙ. Оцифрування культурної спадщини України. URL: <https://emuseum.com.ua/> (дата звернення: 10.11.2024).
8. Зуєв С. П. Впровадження комп'ютерних технологій у музичну освіту [Текст] / С. П. Зуєв // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : науковий журнал / Міністерство освіти і науки України, Сумський державний

- педагогічний ун-т ім. А. С. Макаренка ; [редкол.: А. А. Сбруєва, М. О. Лазарев, В. І. Лозова та ін.]. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2010. № 3 (5). С. 203–211.
9. Інформаційні та комунікаційні технології навчання в системі загальної середньої освіти зарубіжних країн: навч.-метод. посіб. [Гриценчук О. О., Коневщинська О. Е., Кравчина О. Є., Лаврентьєва Г. П., Малицька І. Д., Овчарук О. В., Рождественська Д. Б., Сороко Н. В., Хитровська Ю. В., Іванова С. М., Шиненко М. А. За заг.ред. Овчарук О. В.]. Київ: Педагогічна думка, 2012. 176 с.
 10. Інформаційні технології навчання: початковий посібник. Київ.: Київ. ун-т ім. Бориса Грінченка, 2011. 184 с.
 11. Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи. Збірник наукових праць. Випуск 5. / За ред. М. М. Козяра, Н. Г. Ничкало. Львів: ЛДУ БЖД, 2017. 400 с.
 12. Карпенко М. (2021, Вересень 6). Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес як один із ключових напрямів розвитку сучасної освіти. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2021-09/navchalnyi-protses.pdf> (дата звернення: 10.11.2024).
 13. Міністерство культури та стратегічних комунікацій України. VR-музей: інновації для збереження культурної спадщини. URL: <https://mcsc.gov.ua/news/vr-muzej-innovacziyi-dlya-zberezhennya-kulturnoyi-spadshhyny/> (дата звернення: 10.11.2024).
 14. Новикова Н. В. Формування пізнавального інтересу підлітків на уроках музики засобами мультимедійних технологій [Текст] : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Новикова Надія Валентинівна ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2011. 21 с.
 15. Семенчук В. В. Формування творчої самореалізації особистості у процесі вивчення музичної інформатики / Збірник наукових праць. Випуск 26 (1–

- 2019) Частина 2:[Електронний ресурс]. Режим доступу : https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=1919 .
- 16.Скопцова О. М., Регеша Н. Л. Музичні стрімінгові платформи в аспекті розбудови національно-культурної ідентичності. *Вісник КНУКіМ. Серія «Мистецтвознавство»*, (48), 2023, С. 88–94.
 - 17.Солдатенко О. І. Зарубіжний досвід організації віртуальних хорових проєктів. *Наукові записки. Серія «Психолого-педагогічні науки» (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) / за заг. ред. В. В. Бурназової. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2024. № 1. С. 169-177.*
 - 18.Солдатенко О. І. Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технік і технологій для формування сприйняття вокального мистецтва учнями ЗЗСО. *Матеріали міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції: «Педагогіка мистецтва для збереження і розвитку психічного і фізичного здоров'я та культурного зростання особистості впродовж життя».* (1-2 грудня 2023 р.). Запоріжжя: МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2023. С.141-143.
 - 19.Сушецька О. В. Віртуальний хор як один з векторів розвитку хорового виконавського мистецтва на сучасному етапі. *Одеська хорова школа: традиції та новації: матер. Всеукр. наук.-творч. конф. (м. Одеса, 12-13 лист. 2021 р.). Одеса. 2021. С. 64-66.*
 - 20.Тан С., Гащ К. Endel і Universal Music Group об'єдналися, щоб створити звукові пейзажі для здоров'я на основі штучного інтелекту, керовані виконавцями. URL: <https://mpost.io/uk/endel-and-universal-music-group-team-up-to-create-ai-powered-artist-driven-soundscapes-for-wellness/> (дата звернення: 10.11.2024).
 - 21.Тарковська Д. Віртуальні концерти та музика роботів. Яке майбутнє чекає музичну індустрію. URL: <https://life.nv.ua/ukr/blogs/novi-tehnologiji-v-muzici-virtualni-koncerti-shtuchniy-intelekt-50342199.html> (дата звернення: 10.11.2024).

22. Турчин Т. М. Інформаційно-комп'ютерні технології на уроках музики в початковій школі / Рідна шк. : щомісяч. наук.-пед. журн. 2012. № 1/2. С. 39-43.
23. Чайковська О. А, Александрова Г. А Мультимедійні технології як чинник формування інноваційного навчального середовища на уроках музики. Рідна школа. 2013. №. 3. С. 66–69.
24. Юферова Г. В. Музичні комп'ютерні технології в комунікаційних процесах у сучасній українській музиці [Текст] : автореф. дис. ... канд. мистецтвознавства : спец. 17.00.03 "Музичне мистецтво"; МОН України, Сумський державний педагогічний ун-т ім. А. С. Макаренка ; [науковий керівник О. М. Берегова]. Суми, 2021. 20 с.
25. 24 Канал. Помер Макс Вернон Метьюз. [URL: https://showbiz.24tv.ua/pomer_maks_vernon_metyuz_n89189](https://showbiz.24tv.ua/pomer_maks_vernon_metyuz_n89189) (дата звернення: 10.11.2024).
26. 30 Day Singer. Main page. Available at: <https://www.30daysinger.com/> (accessed 17 November 2024).
27. 8notes.com. Free sheet music on 8notes.com. Available at: <https://www.8notes.com/> (accessed 17 November 2024).
28. Ableton. Creative tools for music makers | Ableton. Available at: <https://www.ableton.com/en/> (accessed 17 November 2024).
29. Android Apps on Google Play. Logic Pro X For Android Advice – Додатки в Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.international.logicpro.lgpx&hl=uk> (accessed 17 November 2024).
30. Android Apps on Google Play. Musixmatch Lyrics Music Player – Додатки в Google Play. Available at: https://play.google.com/store/apps/details/Musixmatch_lyrics_finder?id=com.musixmatch.android.lyrify&hl=uk (accessed 17 November 2024).

31. Android Apps on Google Play. Smule: Karaoke, Sing & Record – Додатки в Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.smule.singandroid&hl=uk> (accessed 17 November 2024).
32. Android Apps on Google Play. StarMaker: Sing Karaoke Songs – Додатки в Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.starmakerinteractive.starmaker&hl=uk> (accessed 17 November 2024).
33. Android Apps on Google Play. Voice Training - Learn To Sing – Додатки в Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.learntomaster.vtlts&hl=uk> (accessed 17 November 2024).
34. Android Apps on Google Play. Vox Tools: Learn to Sing – Додатки в Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.voxvocalstudio.voxtools&hl=uk> (accessed 17 November 2024).
35. Android Apps on Google Play. Warm Me Up for singers – Додатки в Google Play. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wmu&hl=uk> (accessed 17 November 2024).
36. Apple Inc. Посібник користувача GarageBand. Available at: <https://support.apple.com/uk-ua/guide/garageband-iphone/welcome/ios> (accessed 17 November 2024).
37. Avid Technology, Inc. Pro Tools | 33% Off Artist, Studio & Ultimate Plans. Available at: <https://www.avid.com/pro-tools> (accessed 17 November 2024).
38. Berklee Online. Study Music Online With Berklee. Available at: <https://online.berklee.edu/> (accessed 17 November 2024).
39. Bevilacqua Frederic. Sound Music Movement Interaction - ISMM. Available at: <https://ismm.ircam.fr/frederic-bevilacqua/> (accessed 04 April 2024).

- 40.Bitwig GmbH 2024. Bitwig | Home | Bitwig. Available at: <https://www.bitwig.com/> (accessed 17 November 2024).
- 41.Burnard P., Mackinlay E., Rousell D., & Dragovic T. (Eds.). Doing Rebellious Research. In and beyond the Academy Series: Critical Issues in the Future of Learning and Teaching, Volume: 23, 2022. 496 p.
- 42.Burton J. Bryan. Intellect Books. Available at: <https://www.intellectbooks.com/j-bryan-burton> (accessed 04 April 2024).
- 43.Celemony | Tomorrow's audio today. Tomorrow's audio today. Available at: <https://www.celemony.com/en/start> (accessed 17 November 2024).
- 44.Chew E (2022) COSMOS: Computational Shaping and Modeling of Musical Structures. *Front. Psychol.* 13:527539. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.527539>
- 45.Choir Player by 3FireMusic. Choir Player App for Practice & Performance | iOS & Android. Available at: <https://www.choirplayer.com/> (accessed 17 November 2024).
- 46.Chopin Online .Homepage | Chopin Online. Available at: <https://www.chopinonline.ac.uk/> (accessed 17 November 2024).
- 47.Choral Public Domain Library. Main Page Available at: <http://www.cpdlib.org/> (accessed 17 November 2024).
- 48.Cook Perry Raymond. Office of the Dean of the Faculty. Available at: <https://dof.princeton.edu/people/perry-raymond-cook> (accessed 04 April 2024).
- 49.Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 License. IMSLP: Free Sheet Music PDF Download. Available at: <https://imslp.org/> (accessed 17 November 2024).
- 50.Creech Andrea. Using Music Technology Creatively to Enrich Later-Life: A Literature Review. *Frontiers in Psychology*. Volume 10. 2019 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00117>
- 51.Discovery. Rebecca Fiebrink. Available at: <https://researchers.arts.ac.uk/1594-rebecca-fiebrink> (accessed 04 April 2024).

52. Douglas Eck. Google Research - Explore Our Latest Research in Science and AI. Available at: <https://research.google/people/author39086/?&type=google> (accessed 04 April 2024).
53. Dr Anita Collins. Music learning for every child. Available at: <https://www.anitacollinsmusic.com.au/> (accessed 04 April 2024).
54. Dr. Roger Dannenberg - School of Music - Carnegie Mellon University. Homepage - CMU - Carnegie Mellon University. Available at: https://www.cmu.edu/cfa/music/people/Bios/dannenberg_roger.html (accessed 04 April 2024).
55. Dubnov S., Gokul V., Assayag G., (2023), "Switching Machine Improvisation Models by Latent Transfer Entropy Criteria", *Physical Sciences Forum*, vol. 5, no. 1, pp. 49, 2023.
56. Everett Randall Allsup, Ed.D. | T.C. Columbia. Music and Music Education Master of Arts Hybrid Summer. Available at: <https://musiconlinehybrid.tc.columbia.edu/faculty/randall-everett-allsup/> (accessed 04 April 2024).
57. Faculty Spotlight: Kate Dumbleton - F Newsmagazine. F Newsmagazine - Arts, Culture and Politics. Available at: <https://fnewsmagazine.com/2022/05/faculty-spotlight-kate-dumbleton/> (accessed 04 April 2024).
58. FL Studio. Main page. Available at: <https://www.image-line.com/> (accessed 17 November 2024).
59. Fujinaga Ichiro 藤永一郎 ふじながいちろう. Schulich School of Music. Available at: <http://www.music.mcgill.ca/~ich/> (accessed 04 April 2024).
60. Gómez Emilia ERC. Available at: <https://erc.europa.eu/event-speaker/emilia-gomez> (accessed 04 April 2024).
61. Hallam Susan. The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people. *International Journal of Music Education* Volume 28, Issue 3. P. 269-289. <https://doi.org/10.1177/02557614103706>

- 62.Hochschule für Musik | Detmold. Vice Rector (Scientific and digital affairs): HfM Detmold - Hochschule für Musik. Available at: <https://www.hfm-detmold.de/en/portrait/rectorate/translate-to-english-prorektor-wissenschaft-und-digitales/> (accessed 17 November 2024).
- 63.Hoskyns Sarah. Book Review: Gary Ansdell, How Music Helps in Music Therapy and Everyday Life, from the series Music Therapy and Everyday Life. *British Journal of Music Therapy*. Volume 30, Issue 2. p. 96-99. <https://doi.org/10.1177/1359457516669099>
- 64.iZotope, Inc. Nectar 4 | iZotope Vocal Mixing Software. Available at: <https://www.izotope.com/en/products/nectar.html?srsId=AfmBOorLgG-onROrOLPKAt1fbbUdKCOAmWdxKjwKUU0AJspWaGxhWO7W> (accessed 17 November 2024).
- 65.J.W. Pepper & Son®, Inc. Delivering Sheet Music Since 1876. Available at: <https://www.jwpepper.com/> (accessed 17 November 2024).
- 66.Ken Tamplin Vocal Academy. Main page. Available at: <https://kentamplinvocalacademy.com/> (accessed 17 November 2024).
- 67.KTH Royal Institute of Technology. Sten Ternström. Available at: <https://www.kth.se/profile/stern> (accessed 04 April 2024).
- 68.Lipscomb Scott | University of Minnesota - Academia.edu. University of Minnesota - Top Departments & Research Papers. Available at: <https://umn.academia.edu/ScottLipscomb> (accessed 04 April 2024).
- 69.McPherson Gary E. From child to musician: skill development during the beginning stages of learning an instrument. *Psychology of Music*. Volume 33, Issue 1. P. 5-35. <https://doi.org/10.1177/0305735605048012>
- 70.MuseScore Ltd. Musescore.com | The world's largest free sheet music catalog and community Available at: <https://musescore.com/> (accessed 17 November 2024).
- 71.Musicians and Machines: How Machine Learning Can Create New Ways of Making New Sounds - C/Change. C/Change. Available at: <https://cchange.xyz/jesse-engel/> (accessed 04 April 2024).

72. New York Vocal Coaching. Voice Lessons, Vocal Coaching, Speech Coaching and more in NYC and worldwide : New York Vocal Coaching. Available at: <https://newyorkvocalcoaching.com/> (accessed 17 November 2024).
73. Op 111 Productions. Classical Piano Music | Piano Street. Available at: <https://www.pianostreet.com/> (accessed 17 November 2024).
74. PreSonus. PreSonus Studio One Pro 7. Available at: https://www.presonus.com/products/studio-one-pro?srsId=AfmBOorqiiyuvR0cItue-dVMCf_TvrDS8Eyr9xAxuv5dnxZ5CEUbvv1c (accessed 17 November 2024).
75. Prof Mark Sandler: Centre for Multimodal AI. QMUL Faculty of Science and Engineering - Research. Available at: <https://www.sereseach.qmul.ac.uk/cmai/people/msandler/> (accessed 04 April 2024).
76. Prof Tim Crawford. Goldsmiths, University of London. Available at: <https://www.gold.ac.uk/computing/people/t-crawford/> (accessed 04 April 2024).
77. Professor Simon Dixon - School of Electronic Engineering and Computer Science. School of Electronic Engineering and Computer Science - School of Electronic Engineering and Computer Science. Available at: <https://www.eecs.qmul.ac.uk/~simond/> (accessed 04 April 2024).
78. Reason Studios. Main page. Available at: https://www.reasonstudios.com/?srsId=AfmBOooF6xFvG2grxOvhunSRIfPbAx5RZGkVhIfNcs7Gcw2CG-9t_hjN (accessed 17 November 2024).
79. ResearchGate GmbH. Susan A O'Neill. Available at: <https://www.researchgate.net/profile/Susan-Oneill-2> (accessed 04 April 2024).
80. Sheet Music Plus. Sheet Music Plus: Over 2,000,000 Print & Digital Sheet Music Titles. Available at: <https://www.sheetmusicplus.com/> (accessed 17 November 2024).
81. Sheridan Libraries, Johns Hopkins University. Home | Levy Music Collection. Available at: <https://levysheetmusic.mse.jhu.edu/> (accessed 17 November 2024).

82. Singing Success. Singing Success – Systematic Vocal Training - Singing Success. Available at: <https://singingsuccess.com/> (accessed 17 November 2024).
83. Sound On Sound | The World's Premier Music Recording Technology Magazine. Celemony Capstan. Available at: <https://www.soundonsound.com/reviews/celemony-capstan> (accessed 17 November 2024).
84. Steinberg Media Technologies GmbH. Cubase | Four Times Your Favorite DAW for Production. Available at: <https://www.steinberg.net/cubase/> (accessed 17 November 2024).
85. Steinberg Media Technologies GmbH. Nuendo: Advanced Audio Post-Production Solution. Available at: <https://www.steinberg.net/nuendo/> (accessed 17 November 2024).
86. The Mutopia Project. Free Sheet Music for Everyone. Available at: <https://www.mutopiaproject.org/> (accessed 17 November 2024).
87. Tzanetakis G., Cook P. Musical genre classification of audio signals //IEEE Transactions on speech and audio processing. 2002. T. 10. №. 5. p. 293-302.
88. Victor Reny. Free-scores.com : World Free Sheet Music (PDF, MIDI, MP3) Available at: <https://www.free-scores.com/> (accessed 17 November 2024).
89. Virtual Sheet Music, Inc. Virtual Sheet Music® | Classical Sheet Music Downloads® and more Available at: <https://www.virtualsheetmusic.com/> (accessed 17 November 2024).
90. Waves Audio Ltd. Waves Tune Real-Time Plugin - Waves Audio. Available at: <https://www.waves.com/plugins/waves-tune-real-time> (accessed 17 November 2024).
91. Webster Peter R. Northwestern Bienen School of Music. Available at: <https://www.music.northwestern.edu/faculty/profile/peter-r-webster> (accessed 04 April 2024).
92. WhiteBIT.com. Як Gala Music реформує індустрію музики в епоху блокчейну. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/how-gala-music-is-redefining-music-in-the-blockchain-era/> (дата звернення: 10.11.2024).

93. Whitman Brian. "How Music Recommendation Works- and Doesn't Work"
Available at: <http://notes.variogr.am/post/37675885491/how-music-recommendation-works-and-doesnt-work> (accessed 04 April 2024).
94. Wilczek Jan. Meinard Müller: Professor in Music Information Retrieval | WolfTalk #012 Available at: <https://thewolfound.com/talk012/> (accessed 04 April 2024).
95. www.sheetmusicarchive.net. Sheet Music Archive downloadable sheet music plus free classical music score downloads for piano and more. Available at: <https://www.sheetmusicarchive.net/> (accessed 17 November 2024).
96. Yamaha Corporation. VOCALOID - the modern singing synthesizer. Available at: <https://www.vocaloid.com/en/> (accessed 17 November 2024).
97. YouTube *Bevor Sie zu YouTube weitergehen.* Available at: <https://www.youtube.com/user/NewYorkVocalCoaching> (accessed 17 November 2024).
98. Zuany Mario. The AI Music Festival. URL: <https://www.theaimusicfestival.com/> (дата звернення: 10.11.2024).