

УДК 78:004.9(091)

Острецова Тетяна Олександрівна

провідний концертмейстер кафедри «Музичне мистецтво та хореографія»

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Полтава, Україна

t.axenova@gmail.com

ORCID: 0009-0001-9584-0365

Острецов Дмитро Іванович

магістрант

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Полтава, Україна

dmytroostretsov@gmail.com

ORCID: 0009-0005-6984-760X

СИНЕРГІЯ МИСТЕЦТВА І ТЕХНІКИ: ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ МУЗИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. У статті розкрито сучасні тенденції розвитку музичних інформаційних технологій, вдосконалення яких стає ключовим чинником у розвитку музичної індустрії. Аналізуються переваги та виклики, що виникають у зв'язку з цими тенденціями, а також прогнозуються можливі напрямки розвитку музичних інформаційних технологій у майбутньому. Робота має міждисциплінарний характер, написана на стику музичного мистецтва та інформаційних технологій. Дослідження висвітлює вплив новітніх технологій, розвитку мікроелектроніки, комп'ютерів та штучного інтелекту на створення музики та музичну педагогіку. Зокрема, розглядаються процеси трансформації фізичних пристроїв для роботи зі звуком у віртуальну площину. Авторами запропоноване визначення поняття музичні інформаційні технології, як симбіозу інформаційних технологій і музичного мистецтва. Тобто музичні інформаційні технології це інформаційні технології, що тим чи іншим чином вирішують проблеми, працюють або впливають на процеси у сфері музичного мистецтва. Автори приходять до висновку, що дослідження проблем функціонування в суспільстві музики, створеної за допомогою музичних інформаційних технологій, є перспективним напрямом досліджень музикознавства, музичної педагогіки тощо. На основі дослідження тенденцій розвитку МІТ встановлено, що виробники музичного обладнання та розробники програмного забезпечення поступово переходять на електронні версії документації та відеоуроків. Простежуються тенденції до збільшення кількості форматів музичних файлів, підвищення частот дискретизації та розрядності музичних цифрових систем. Авторами зазначається, що загальноприйнятим стає розробка програмних цифрових робочих станцій та іншого програмного забезпечення хоча й сумісного з загальним стандартом проте із спеціалізацією на певному окремому фізичному пристрої або контролері. Прогнозується створення нових способів керування музичними інструментами та пристроями, широке використання хмарних технологій та штучного інтелекту.

Ключові слова: цифрові технології; музика; музичні інформаційні технології; тенденції; інновації в технологіях

Постановка й обґрунтування актуальності проблеми. Протягом останніх років музична індустрія зазнала стрімкого розвитку завдяки впровадженню музичних інформаційних технологій. Від сервісів потокової передачі (стрімінгових) до застосування штучного інтелекту та модернізації музичних інструментів, нові технології суттєво вплинули на процеси музично-педагогічної діяльності, створення та споживання сучасної музики. Впровадження та активне використання музичних інформаційних технологій в музичній педагогіці може кардинально змінити підхід до музичної освіти. У даній статті ми маємо на меті виявити сучасні тенденції розвитку музичних інформаційних технологій та спрогнозувати їх вплив на музичну індустрію. Шляхом вивчення тенденцій розвитку сучасних музичних технологій, ми прагнемо отримати

більш глибоке розуміння їхнього потенціалу для створення значущого навчального досвіду в музичній освіті.

Аналіз наукових досліджень, на які спираються автори; виокремлення аспектів проблеми, які ще недостатньо вивчені. Слід зазначити, що багато науковців вважають музичні інформаційні технології перспективним напрямком розвитку і ефективним каталізатором творчої думки. Окремі аспекти застосування музичних інформаційних технологій у практиці мистецьких дисциплін розробляли А. Бондаренко [1], Л. Варнавська [2], О. Калуст'ян [3], Л. Паньків [4], Т. Потапчук [5], Т. Совік [6], В. Шкоба [7], Л. Теряєєва [12]. Дослідники Г. Врубель та А. Мітева відзначали, що у професійній діяльності сучасного педагога-музиканта багато часу має відводитись освоєнню тих можливостей, що відкриваються завдяки інформаційним технологіям, новітньому комп'ютерному устаткуванню та програмному забезпеченню, що мають стосунок до музичного мистецтва [13].

Формулювання мети та завдань статті. Мета дослідження – виявлення тенденцій розвитку сучасних музичних інформаційних технологій. Завдання дослідження: проаналізувати розвиток музичних інформаційних технологій; визначити ключові інновації в галузі; спрогнозувати майбутні тенденції.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих результатів. Мистецтво кидає виклик технологіям, а технології в свою чергу надихають мистецтво, стверджував Джон Лассестер, видатний режисер студій Pixar та Walt Disney. Саме таким чином, на стику мистецтва і технологій і виникло таке поняття як музичні інформаційні технології (МІТ). Очевидно, що МІТ походять від музичного мистецтва та інформаційних технологій (ІТ), бо містять в собі як елементи музикознавчих знань так і ІТ. Діаграма Венна на рисунку 1 представляє як елементи множини, що відносяться до музичного мистецтва, так і елементи, що являють собою ІТ. Спільна ж область або перетин цих кіл схематично відображає множину, що є симбіозом цих двох сфер – музичні інформаційні технології, тобто інформаційні технології, що тим чи іншим чином вирішують проблеми, працюють або впливають на процеси у сфері музичного мистецтва.



Рис. 1. Музичні інформаційні технології

Площина музичного мистецтва, включаючи теорію та історію музики, теорію музичного мислення, виконавчі проблеми, техніки і стилі, різноманітність інструментів і методів музичної педагогіки, суттєво розширюється і збагачується завдяки взаємопроникненню у сучасні інформаційні технології. Музичні інформаційні технології можна розглядати як сукупність методів, програмно-технічних та технологічних засобів,

що забезпечують збирання, накопичення, обробку, зберігання та розповсюдження інформації, що стосується музичної сфери. Також маємо враховувати, що як і до складу суто інформаційних технологій, до складу музичних інформаційних технологій обов'язково входять технічні засоби (апаратне забезпечення), програмні засоби (програмне забезпечення), організаційно-методичне забезпечення та стандартизація (Рис. 2).



Рис. 2. Склад музичних інформаційних технологій

До організаційно-методичного забезпечення входять інструктивні та нормативні матеріали з експлуатації технічних засобів: інструкції з експлуатації, техніки безпеки, підтримки нормальної працездатності обладнання, нормативно-методичні матеріали з організації роботи персоналу.

Останнім часом можна помітити застосування нового підходу в наданні інструкцій та навчанні від виробників спеціалізованих пристроїв та розробників програм. Все частіше вони відмовляються від традиційних друкованих матеріалів на папері на користь електронних версій та відеоуроків. Ця тенденція має кілька обґрунтованих причин. По-перше, її можна розглядати в контексті екологічних стандартів, оскільки перехід до електронних форматів сприяє скороченню використання паперу та зменшенню відходів. Виробники акцентують на своїй відповідальності перед навколишнім середовищем, обираючи цей екологічно чистий підхід. По-друге, в епоху швидких технологічних змін, електронні документи набагато легше оновлювати порівняно з традиційними інструкціями на папері. Це дозволяє виробникам оперативно виправляти помилки, додавати нові функції та забезпечувати користувачів актуальною інформацією. Крім того, електронні інструкції та відеоуроки забезпечують зручність для користувачів. Їх легше знаходити та швидко використовувати завдяки пошуковим функціям та індексам, що сприяє покращенню користувацького досвіду. Загалом, ці тенденції вказують на поступове впровадження технологій та зацікавленість виробників у створення більш зручних, актуальних та екологічно чистих способів комунікації зі своєю аудиторією.

Стандартизація технологій, як і в інших сферах, в МІТ виконує важливу роль забезпечення сумісності та спільного використання продуктів (пристроїв), вироблених різними постачальниками, можливості заміни одного продукту на інший, порівняння якостей однотипних продуктів. Завдяки загальним стандартам для аудіо-форматів, MIDI-протоколів та інших технічних параметрів, музиканти, звукорежисери та розробники отримують можливість без проблем обмінюватися інформацією та працювати з різними

технічними рішеннями. Слід зазначити, що в індустрії музичних інформаційних технологій працює безліч компаній, що виробляють та постачають на світовий ринок різноманітні апаратні та програмні рішення, тож стандарти вкрай необхідні. Серед найбільш вагомих та загальноприйнятих стандартів в музичних інформаційних технологіях можна виділити частоту дискретизації, розрядність та формат файлу.

Частота дискретизації (англ. *sample rate*) – визначає кількість вимірів сигналу за секунду при перетворенні аналогового сигналу в цифровий сигнал. Частота дискретизації вимірюється в герцах (Гц). Якщо вказано, що частота дискретизації 44,1 кГц, це означає, що в процесі перетворення аналогового сигналу в цифровий за 1 секунду проводилося 44100 вимірювань сигналу. Стандарти частоти дискретизації обирались згідно з дослідженнями Г.Найквіста так, щоб вони були, щонайменше, в два рази вище за максимальну частоту звукового діапазону. Сучасною індустрією для звукових сигналів встановлені стандартні частоти дискретизації. Наприклад для телефонного сигналу достатньо діапазону 20-3500 Гц, тому для нього було обрано частоту дискретизації 8000 Гц. Слух людини здатен відчувати звук в діапазоні 20-20000 Гц, тому для високоякісного цифрового звукозапису за стандартом використовують частоти дискретизації від 44,1 кГц та вище:

- 44 100 Гц – частота дискретизації Audio CD (компакт-диску)
- 48 000 Гц – частота дискретизації звуку у відео
- 96 000 Гц – DVD-Audio MLP 5.1
- 192 000 Гц – DVD-Audio MLP 2.0
- 2 822 400 Гц – стандарт DSD від компаній Sony та Philips
- 5 644 800 Гц – подвійний DSD

Останні два стандарти наразі використовуються поки що не дуже часто.

Розрядність (*Bit Depth*) – визначає кількість бітів, або як їх ще називають «розрядів», електронного пристрою, які одночасно обробляються цим пристроєм. Розрядність звуку записаного на аудіо-компакт диск – 16 біт. Саме розрядність визначає максимально можливий динамічний діапазон записуваного сигналу. Адже саме тут визначається наскільки тихий чи навпаки гучний звук ми зможемо закодувати в цифрах. Розрядність 16 біт, теоретично, передає динамічний діапазон у 96 dB, достатній щоб передати динамічні нюанси симфонічного оркестру від піанісимо до фортисимо. Але для більш точних обчислень вже давно використовується розрядність 24 біт, 32 біт, а в деяких проектах навіть 64 біт.

Розрядність і частота дискретизації – найголовніші характеристики оцифрованого звукового сигналу. Наприклад, коли окремі музичні цифрові системи використовують різні стандарти частоти дискретизації, прослуховуючи звук можна спостерігати «зависання» пристроїв, ефект, схожий на прискорену/сповільнену перемотку магнітофонної плівки або навіть повністю втратити звук.

В сучасних музичних комп'ютерних системах інформаційні данні здебільшого представлені у вигляді файлів. Наразі в музичних інформаційних технологіях стандартизовано більш ніж 1330 файлових форматів [9]. Найстаріший формат аудіо-файлу – wav. Цей формат був розроблений компаніями IBM і Microsoft, для зберігання аудіопотоку на комп'ютері. Файли формату wav сумісні з більшістю існуючих сьогодні пристроїв. Слід зазначити що далеко не всі з стандартизованих файлів містять в собі саме запис звуку. Наприклад, якщо переглянути на комп'ютері розповсюджені нині Audio CD диски можна побачити список файлів на кшталт: Track01.cda, Track02.cda, Track03.cda ... Ці файли не містять звукових даних, а являють собою насправді лише мітки, що вказують системі на початок звукозапису.

Загалом стосовно стандартизації можна простежити тенденції до збільшення кількості форматів музичних файлів, підвищення частот дискретизації та розрядності цифрових систем.

Розглядаючи програмне забезпечення, як складову частину музичних інформаційних технологій, констатуємо, що воно в свою чергу поділяється на системне та прикладне.

Системне програмне забезпечення в МІТ використовується не тільки для керування комп'ютерами та мережевими комунікаціями. Наразі сучасною музичною індустрією розроблено безліч зовнішніх пристроїв, що тим чи іншим чином задіяні в музичній творчості. Це і MIDI-клавіатури та MIDI-інтерфейси, аудіоінтерфейси, цифрові мікшерні пульти, секвенсори, пристрої збереження інформації, процесори обробки сигналів, DJ-обладнання, модулі синтезу звуку, АЦП-ЦАП перетворювачі та ін. Більшість із цих пристроїв представляють собою сучасні цифрові системи, адаптовані для потреб музичної спільноти. Тобто також представляють собою свого роду комп'ютери, спеціалізовані під конкретні задачі. Ці пристрої мають власний центральний процесор, внутрішню оперативну пам'ять, виводять інформацію на вбудований рідкокристалічний чи світлодіодний екран, та отримують команди через клавіатуру або інший інтерфейс вводу даних. Для роботи таких пристроїв як і для роботи звичних нам комп'ютерів використовується системне програмне забезпечення, що часто представлено у вигляді окремої внутрішньої операційної системи. Для ефективної комунікації таких пристроїв між собою та між комп'ютерною робочою станцією використовується низка портів передачі даних, таких як послідовний порт (COM), паралельний порт (LPT), Ethernet, Wi-Fi, FireWire (IEEE 1394), Thunderbolt, Universal Serial Bus (USB). Системне програмне забезпечення на відміну від прикладного доволі рідко оновлюється. Але з виходом оновлень пристрій може не тільки підвищити свою швидкість роботи, продуктивність, а й отримати новий функціонал.

Простежуючи тенденції розвитку системного програмного забезпечення впродовж останніх десятиліть, зручно розглядати їх в контексті апаратного забезпечення, тобто пристроїв, на яких воно застосовувалось.

Наприкінці ХХ ст. компанії Yamaha, Roland, Ensoniq та ін., впевнено розвивали ідеї синтезатора – як універсального музичного інструмента, робочої станції. Ця робоча станція схематично складалася з трьох модулів (Рис. 3):

1. Модуль вводу даних, тобто клавіатура, найчастіше був представлений у форматі фортепіанної клавіатури, але існувало і багато варіантів у вигляді баяну, гітари, барабанів та ін. В якості стандартних випускалися фортепіанні клавіатури на 25, 61, 76 та 88 клавіш. Клавіатури різнилися якістю виконання, та можливостями в передачі цифрових даних.

2. Секвенсорний модуль, або секвенсор – можна представити як модуль пам'яті, що міг зберегти в собі всі музичні нюанси під час гри музиканта. В секвенсорі зберігались дані про натиснуті та відпущені виконавцем клавіші, сили натиску (гучність звуку ноти), темпи, тембри інструменту, нюанси виконання (вібрато, пітч). Секвенсори дозволяли запис партій послідовно на окремі звукові доріжки, треки. Професійні інструменти дозволяли записувати від 12 до 24 треків. Одночасно з цим секвенсор дозволяв редагування/корекцію записаного матеріалу. Виконавець мав змогу виправити помилкову ноту, автоматично вирівняти (відквантувати) ноти згідно вбудованому метроному, виставити гучність, темпи та тембри, відрегулювати баланс інструментів.

3. Звуковий модуль – модуль, що містив у собі або записані заздалегідь звуки (семпли), або синтезував певні звуки власними генераторами. Звуковий модуль

отримував команди з інформацією про звук від модулю вводу або від секвенсору і відтворював його.

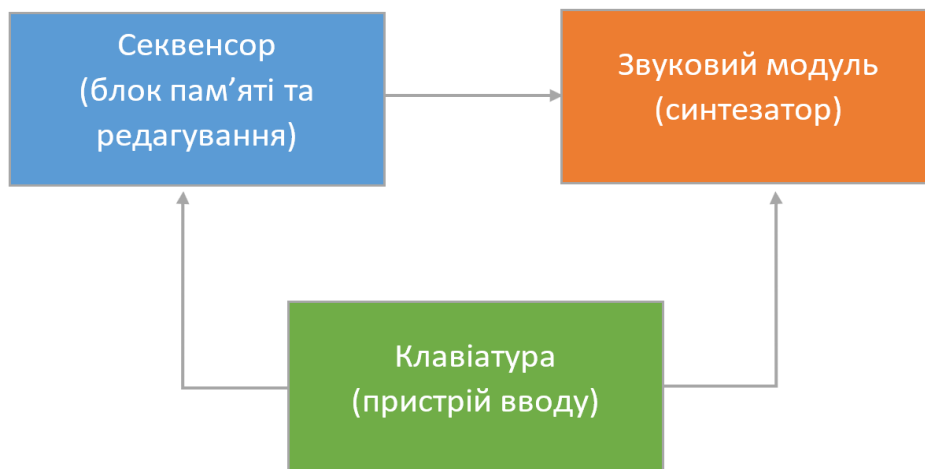


Рис. 3. Блок-схема типового музичного синтезатора 90-х років.

З початком широкого розповсюдження персональних комп'ютерів розробники шукали шляхи взаємодії ПК та апаратного забезпечення, в першу чергу синтезаторів. На той час потужність більшості персональних комп'ютерів була невеликою. Для порівняння тільки наприкінці першого десятиріччя XX ст. доступні широкому загалу комп'ютери за характеристикам наблизились до сучасних мобільних телефонів середнього цінового діапазону. Але це не завадило в 90-ті роки розпочати використання комп'ютеру в якості секвенсору. Тобто відтепер стало можливо позбавитись секвенсору, під'єднати до комп'ютера фортепіанну клавіатуру, редагувати зберігати та відтворювати дані і зрештою передати їх на звуковий модуль. Комунікація між модулями відбувалася по кабелю за стандартом MIDI (Musical Instrument Digital Interface), який описував протокол комунікації між пристроями. Розповсюдженою проблемою в такій схемі була міні-затримка (latency) між натисканням на клавішу та власне звучанням. Ця проблема була обумовлена невисокою швидкістю комп'ютерів того часу і докучала музикантам, особливо при виконанні високотехнічних партій у швидкому темпі.

Ранні програмні звукові синтезатори почали з'являтися ще з 1995 року. Багато хто очікував, що наступним етапом експансії комп'ютера стане розвиток програмних синтезаторів, таким чином ще один модуль блок схеми можна було б віддати на відкуп комп'ютеру. І хоча ця схема була вже на той час цілком життєздатною, незважаючи на тривалі експерименти доволі довго якість звуку таких програмних синтезаторів була низькою. З розвитком технологій комп'ютер підкорив цю вершину і в результаті блок схема типового сучасного музичного синтезатора трансформувалась до зв'язку MIDI-клавіатура – ПК.

Описана тенденція трансформації апаратного забезпечення, тобто реальних фізичних пристроїв (секвенсор, звуковий модуль) у програмні віртуальні інструменти комп'ютера набула масового характеру і наразі триває і в наш час. Сьогодні такі фізичні пристрої будь-якої студії як компресор/лімітер (пристрій, що зменшує динамічний діапазон запису; в результаті гучні звуки стають дещо тихіші, а тихі звуки дещо голосніші), експандер (протилежний компресору пристрій, що розширює динамічний діапазон аудіосигналу), гейт (використовується для «відсікання» фонових шумів), деесер (пристрій, призначений для зменшення або усунення надмірно шиплячих звуків в записі голосу), енхансер (прилад, який збагачує аудіо сигнал новими гармоніками), еквалайзер

(пристрій, що поєднує в собі декілька фільтрів, призначених для корекції тембру акустичного сигналу), вже мають безліч програмних еквівалентів у комп'ютері.

Також простежується тенденція до вдосконалення MIDI-клавіатур. Професійні музиканти, що звикли грати на реальних музичних інструментах, намагаються втілити свою майстерність і на MIDI-клавіатурі, тому вимагають високої якості і відчуттів порівнянних з тими, до яких вони звикли займаючись музикою. Почавши зі звичайних клавіш, що просто замикали контакти, згодом розробники додали можливість передавати через клавіатуру динамічні нюанси, регулювати жорсткість клавіш та додали імітацію молоточкового механізму як на реальних фортепіано.

Наступний компонент МІТ – прикладне програмне забезпечення. Воно традиційно включає в себе програмні комплекси, що орієнтовані на безпосереднє використання необізнаними в програмуванні користувачами: музикантами, композиторами, звукорежисерами. Враховуючи те, що музичні інформаційні технології спеціалізуються саме на музичній сфері, недоцільно розглядати в якості профільного прикладного програмного забезпечення програми для роботи з електронною поштою, текстові та графічні редактори, веб-браузери тощо. В цій площині знаходиться такий софт, як цифрові робочі станції, редактори звуку, плеєри, конвертери аудіо форматів, програми для зчитування та запису компакт дисків, нотні редактори, секвенсори, програмні синтезатори, семплери, різноманітні процесори ефектів, створені у форматі додатка до хост-програми (plug-in) або самостійної одиниці (stand alone).

Найчастіше в сучасних звукових студіях основною прикладною програмою, що працює зі звуком є DAW-редактор.

DAW (від англ. Digital Audio Workstation – цифрова звукова робоча станція, або просто робоча станція, електронна система, прикладна програма, що призначена для запису і редагування цифрового аудіо. Основна властивість робочих станцій – можливість вільно маніпулювати записаним звуком.

До широкого поширення персональних комп'ютерів та в часи, коли їх ефективність ще була низькою, робочі станції виглядали як окремі апаратні фізичні системи, що включали в себе мікшер, панель керування, аудіоінтерфейс і пристрій збереження інформації (Рис. 4).

Фактично, робоча станція – це система багатоканального запису та обробки звуку, яка дозволяла записувати одночасно або послідовно різні джерела звуку, обробляти ефектами і редагувати їх, міксувати між собою, а в фіналі ще й записувати результат на зовнішні носії, наприклад на CD-диск. Зазвичай цей пристрій був серцем студії звукозапису.

Як вже зазначалося, з розвитком музичних інформаційних технологій переважна більшість апаратних засобів для роботи зі звуком (фізичних пристроїв) були переведені в їх програмні (віртуальні) аналоги. Здебільшого виробники, адаптуючи той чи інший технічний пристрій у прикладну програму, навіть зберігають у інтерфейсі його зовнішній вигляд, для більш легкої адаптації користувачів. Якість роботи приладу від переходу у програмний вигляд, зазвичай, не змінюється, бо розробники намагаються в алгоритмі роботи програми максимально реалізувати процеси, що відбувалися у оригінальному, «залізному» пристрої. Перехід у програмний вигляд не оминув і робочі станції. Сучасні DAW здебільшого реалізуються на базі персонального комп'ютера.



Рис. 4. DAW виробництва фірми Roland [10].

Наприклад, програма Ableton Live (Рис. 5) вийшла у 2001 році і виявилася проривом для музичної індустрії. Інтерфейс програми однаково добре пристосований як для звукозапису, так і для «живих» виступів. Сьогодні Ableton Live вважається стандартом в музичній індустрії. На початку 2024 року вийшла вже версія 12 цієї робочої станції. Дуже часто ліцензії на програму розповсюджуються безкоштовно в комплекті із аудіо інтерфейсами, міди-клавіатурами і т. ін.



Рис. 5. Робочий інтерфейс програми Ableton Live [14].

Для Ableton Live було розроблено навіть власний спеціалізований MIDI-контролер Ableton Push, який дуже легко інтегрується та «спілкується» саме з цією DAW, суттєво розширюючи її можливості (Рис. 6).

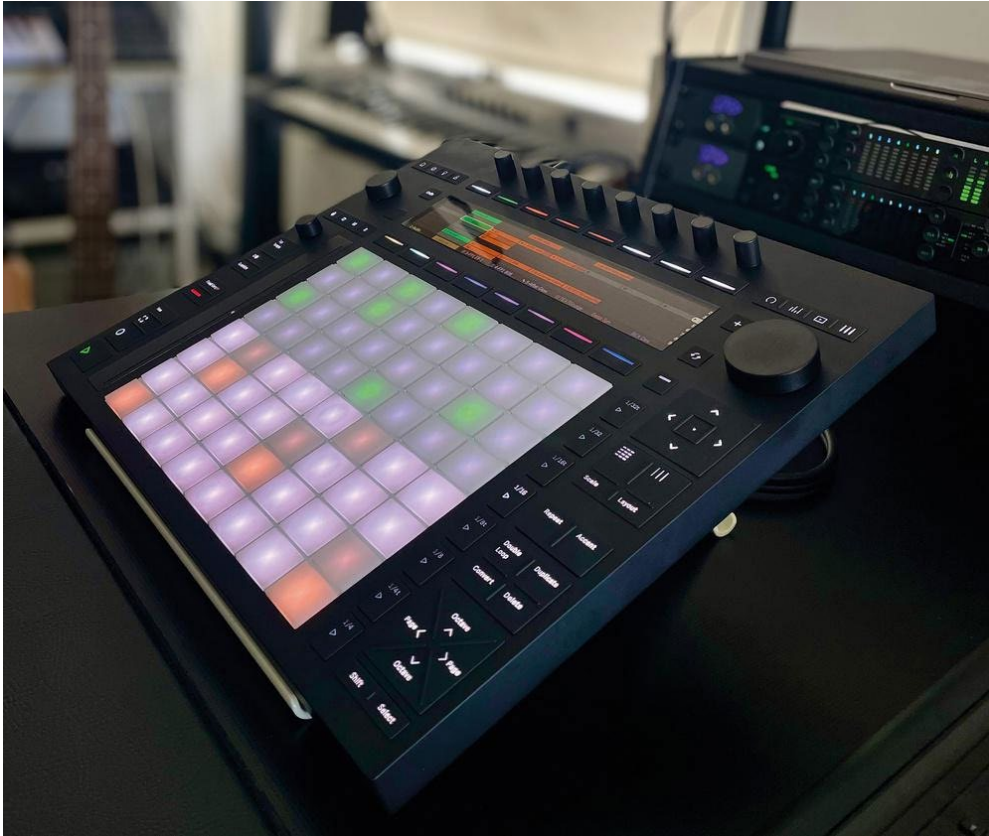


Рис. 6. MIDI-контролер Ableton Push [8].

Фактично Ableton Push – це новий повноцінний електронний музичний інструмент. На його поверхні знаходиться 64 педа з можливістю підсвічування, які служать не тільки для виконання, але і для повного контролю за композицією. Цікаво реалізовано незвичний підхід до режиму гри. У режимі хроматичної гами всі ноти побудовані як і в традиційній фортепіанній клавіатурі, але найцікавіший – режим тональності. Темнішим кольором підсвічується тоніка, а атональні звуки взагалі виключаються. Незвичайно налаштовані і педи – гаму можна зіграти лише трьома пальцями. Зважаючи на неймовірну популярність цього унікального інструменту можна очікувати розробку методичних посібників та рекомендацій для гри на ньому.

Загальною тенденцією є спеціалізація кожної DAW під свій конкретний окремий фізичний пристрій. Наприклад описана вище програма Ableton Live сумісна і буде працювати з усіма сучасними MIDI-контролерами, але найбільше свій потенціал вона розкриє лише з власним контролером Ableton Push або з клавіатурами фірми AKAI. Додатково варто зазначити, що більшість програмних продуктів розповсюджуються безкоштовно (або з вагомою знижкою) разом із звуковим обладнанням. Зазвичай, при покупці мікрофона, аудіоінтерфейсу або MIDI-клавіатури в комплекті можна отримати і ліцензії на корисне прикладне програмне забезпечення.

У світі на цей час існує більше 100 великих дослідницьких центрів [11], у центрі уваги яких дослідження звуку і музики. Дослідження звукових і музичних явищ проводиться по всьому ланцюгу звукових і музичних комунікацій, поєднуючи наукові, технологічні та художні методики і спрямовані на розуміння, моделювання та створення звуку та музики за допомогою інформаційних технологій.

В своєму баченні подальшого розвитку музично інформаційних технологій дослідницькі центри прогнозують створення звукових пристроїв та датчиків загального призначення поєднаних між собою бездротовим зв'язком і включаючих в себе чимало

можливостей взаємодії в реальному часі. По суті, будь-який звуковий пристрій зможе вести себе як персоналізований музичний інструмент. Музиціювання стане більш поширеним. Стане доступним багато нових форм спілкування зі звуком і музикою. Музичний вміст за своєю суттю буде мультимодальним, і музика буде доступною для всіх. Модель: музика від усіх до всіх. Буде поширюватися керування пристроями за допомогою жестів і голосового контролю, перенесення обчислень прикладного програмного забезпечення у хмарні технології, використання штучного інтелекту для розвитку унікального індивідуального інтерфейсу спілкування з пристроями.

У сучасному мистецькому просторі завдяки розвитку технологій вже відбувається певна трансформація. Сьогодні ми знаємо інтернет речей (IoT), як концепцію, що передбачає поєднання різних фізичних пристроїв, автомобілів, побутової техніки, сенсорів та інших об'єктів з Інтернетом, що дозволяє їм збирати та обмінюватися даними. В свою чергу стрімкий розвиток штучного інтелекту (AI), безперечні прориви в машинному навчанні, обробці природної мови, комп'ютерному зорі та інших областях робить його все більш інтегрованим у наше повсякденне життя, в тому числі у мистецтво. Конвергенція IoT та AI призвела до виникнення AIoT (штучного інтелекту речей), який об'єднує можливості обох технологій. AIoT дозволяє пристроям не лише збирати та обмінюватися даними, але й самостійно вчитися, адаптуватися та приймати рішення. На Міжнародній конференції, присвяченій технологіям штучного інтелекту, NVIDIA GTC 2024, яка проходила 18-21 березня 2024 року в США, засновник та генеральний директор NVIDIA J. Huang, звертаючись до аудиторії, почав зі слів: «Ви розумієте, що це не концерт? Ви прибули на конференцію розробників!». Проте почалася конференція саме з музично-візуального шоу у виконанні R. Anadol – широко відомого митця, що використовує AI, а саме Large Nature Model на своїх публічних виступах. Після цього, аудиторії була продемонстрована творчість іншої сучасної розробки під назвою AIVA – Artificial Intelligence Virtual Artist. Це помічник, або асистент композитора зі штучним інтелектом, який дозволяє створювати музику в понад 250 стилях. Модель навчалася на більш ніж 30000 найкращих світових музичних творах. На основі наданих кількох тактів музики модель намагається спрогнозувати наступні ноти, враховуючи настрій музичного твору, запропонований стиль композитора, епоху та ін. За допомогою цієї розробки вже створено чимало музичних творів високого рівня.

Перші системи IoT створювалися щоб просто реагувати на події, коли сигнал від датчика викликає відповідну реакцію. Проте часто події набагато складніші і вимагають від додатків певної інтерпретації з використанням аналітичних методів для ініціювання належної дії. Застосування в такому випадку штучного інтелекту надає пристроям можливість розуміти дані, спостерігати за навколишнім середовищем і вирішувати, що робити найкраще з мінімальним втручанням людини. Зазвичай дані з пристрою обробляються віддалено, проте тут виникає проблема з перенавантаженням мереж від великої кількості даних від датчиків та певні затримки в обробці і прийнятті рішень. Застосування AI не в хмарі, а на передньому краю дозволило датчикам бути не просто месенджерами, що передають інформацію в центри керування, а еволюціонувати в розумні машини, здатні виконувати аналітику самостійно та діяти незалежно. Такі рішення отримали назву Edge AI. Це IoT-рішення з низькою затримкою, які забезпечують швидкість, безпеку та стабільність навіть у найскладніших сценаріях. Завдяки інтегрованому AI пристрої працюють персоналізовано для людини на основі отриманих даних, адаптуються до її реальних, персональних потреб. Для музиканта швидкість реагування пристрою, в даному випадку – музичного інструменту, критично важлива. Навіть мінімальні затримки стають на заваді виконанню технічно складних партій. Розвиток Edge AI дозволить створити нові можливості для музиціювання та

музичної педагогіки. Наприклад на уроках диригування AI зможе без затримок аналізувати жести диригента, реагувати та корегувати помилки в реальному часі.

Окремі сучасні дослідження науково-технологічних центрів спрямованні на розуміння процесів, що відбуваються у мозку людини, коли ми слухаємо музичний твір, а також у протилежному напрямку: генерація звуку, музики, на базі аналізу мозкової діяльності людини та її фізично-емоційного стану. В Технологічному Інституті Атланти, США працюють над розвитком нових видів музичних технологій, що використовують сигнали мозку та тіла. Електроенцефалограма, кардіограма та мікроаналіз шкіряної активності надає велику кількість даних про стан людини, наскільки збуджена центральна нервова система, наскільки прискорений серцевий ритм. Унікальний алгоритм, що розробляють дослідники конвертує всі ці дані у звук на комп'ютері. Маніпулюючи власним емоціями, використовуючи дихальні техніки можна керувати музикою мозку і тіла.

Загалом, поширення світом винаходів у галузі техніки та технологій, що базуються на використанні досягнень науки та передового досвіду, отримало широку підтримку в музичному мистецтві. Інновації, впливаючи на суспільні взаємозв'язки, спонукають їх подальший розвиток на нових комунікаційних рівнях. Вважаємо, що дослідження цих технологій, а також музики, створеної з їх допомогою, є перспективним напрямом досліджень музикознавства, музичної педагогіки тощо.

Висновки, рекомендації, перспективи подальших досліджень. Оскільки технології продовжують розвиватися, змінюються і тенденції у виробництві та створенні музики. Виробники музичного обладнання та розробники програмного забезпечення поступово переходять на електронні версії документів та відеоуроків. Простежуються тенденції до збільшення кількості форматів музичних файлів, підвищення частот дискретизації та розрядності музичних цифрових систем. Реальні фізичні пристрої трансформуються у програмні віртуальні інструменти комп'ютера. Сьогодні такі фізичні студійні пристрої як компресор, лімітер, еквалайзер та ін. вже мають безліч реалізацій у комп'ютерних прикладних програмах. Стає загальноприйнятим розробка програмних цифрових робочих станцій із спеціалізацією на певному окремому фізичному пристрої або контролері. Слід очікувати створення нових способів керування музичними інструментами та пристроями, широке використання хмарних технологій та штучного інтелекту. Перспективи подальших досліджень вбачаємо в аналізі статистичних даних, інших цифрових ресурсів для відстеження новітніх розробок в сфері музичних інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко А. Музично-інформаційні технології в хоровому мистецтві – Україна і світовий контекст. Українське академічне вокально-хорове мистецтво: методико-педагогічний, історико-музикознавчий дискурси. 2022. С.10-40. URL: <https://doi.org/10.31866/978-966-602-363-9.10-40> (дата звернення: 17.02.2024).
2. Варнавська Л., Сергєєва В. Комп'ютерні програмні засоби та їх використання в музичній освіті. Grail of Science. 2022. № 16. С. 415-419. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.068> (дата звернення: 17.02.2024).
3. Калуст'ян О., Остапчук-Будз М., Ковлева М. Перспективи використання штучного інтелекту у професійній музичній освіті. Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку (напрям: культурологія). 2023. Т. 46. С. 153-158. URL: <https://doi.org/10.35619/ucpmk.v46i.690> (дата звернення: 17.02.2024).
4. Паньків Л. Особливості використання сучасних інформаційних технологій у процесі підготовки майбутніх учителів музичного мистецтва та хореографії. Вісник

- Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. 2023. Т. 175, № 19. С. 14-18. URL: <https://doi.org/10.58407/231903> (дата звернення: 17.02.2024).
5. Потапчук Т.В. використання інноваційно-інформаційних технологій на уроках музичного мистецтва. *Інноватика у вихованні*. 2019. № 9. С. 17–25. URL: <https://doi.org/10.35619/iuu.v0i9.129> (дата звернення: 17.02.2024).
 6. Совік Т.В. використання нотного редактора finale під час дистанційного навчання музичних дисциплін. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Т. 92, № 6. С. 154-171. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5128> (date of access: 17.02.2024).
 7. Шкоба В., Голощук О. Сучасні музичні технології: безперервна освіта як передумова майстерності фахівця. *Fine Art and Culture Studies*. 2023. № 1. С. 129-138. URL: <https://doi.org/10.32782/facs-2023-1-18> (дата звернення: 17.02.2024).
 8. Ableton Push 3. Sound On Sound | The World's Premier Music Recording Technology Magazine. URL: <https://www.soundonsound.com/reviews/ableton-push-3> (date of access: 02.04.2024).
 9. Audio and sound file extensions list. File-Extensions.org – File extension library. URL: <https://www.file-extensions.org/filetype/extension/name/audio-and-sound-files> (date of access: 17.02.2024).
 10. Roland VS-1880 24-Bit Digital Studio Recording Workstation. Reverb. reverb.com. URL: <https://reverb.com/item/74434847-roland-vs-1880-24-bit-digital-studio-recording-workstation> (date of access: 02.04.2024).
 11. SMC Research Centers. SMC Network. URL: <https://smcnetwork.org/centers.html> (date of access: 17.02.2024).
 12. Teriaieva L. Motivation of students "Training with the use of modern computer technologies in the discipline study "Chorus dirgization". *Educological discourse*. 2019. № 1-2. URL: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2019.1-2.272285> (date of access: 17.02.2024).
 13. Vrubel H. F., Mitieva A. M. Features of use information technologies in the professional activity of the music-teacher. *Pedagogical sciences reality and perspectives*. 2021. № 81. С. 42–45. URL: <https://doi.org/10.31392/npu-nc.series5.2021.81.10> (date of access: 17.02.2024).
 14. What's new in Live 12. Ableton. Creative tools for music makers. Ableton. URL: <https://www.ableton.com/en/live/> (date of access: 02.04.2024).

Матеріал надіслано до редакції 18.02.2024 р.

THE SYNERGY OF ART AND TECHNICS: DEVELOPMENT DIRECTIONS OF MUSICAL INFORMATION TECHNOLOGIES

Tetiana Ostretsova

Chief Accompanist of the Department of Musical Art and Choreography at the Institute of Arts
Taras Shevchenko National University of Luhansk, Poltava, Ukraine
t.axenova@gmail.com
ORCID: 0009-0001-9584-0365,

Dmytro Ostretsov

Master's Student
Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Ukraine
dmytroostretsov@gmail.com
ORCID: 0009-0005-6984-760X

Abstract. This article explores contemporary trends in the development of music information technologies, which refinement constitutes a key factor in the advancement of the music industry. The paper analyzes the advantages and challenges associated with these trends, while also forecasting potential directions for the future development of music information technologies. With an interdisciplinary approach at the intersection of musical art and information technologies, the research highlights the impact of modern technologies, the evolution of microelectronics, computers, and artificial intelligence on music creation and music education. Specifically, the transformation processes of physical sound devices into a virtual dimension are examined. The authors propose a definition of the concept of music information technologies as a symbiosis of information technologies and musical art. In other words, music information technologies are information technologies that address, work on, or influence processes within the field of musical art. The authors conclude that studying the issues related to the functioning of music society created through music information technologies is a promising direction in musicology, music education, and related fields. Based on the analysis of Music Information Technologies trends, it is noted that manufacturers of musical equipment and software developers are gradually transitioning to electronic versions of documentation and video tutorials. Trends include an increase in the number of music file formats, higher sampling frequencies, and the resolution of musical digital systems. The authors highlight the development of specialized digital workstations and other software compatible with general standards but specialized for specific individual physical devices or controllers. The article also anticipates the creation of new methods for controlling musical instruments and devices, widespread use of cloud technologies, and artificial intelligence.

Keywords: digital technologies; music; music information technologies; trends; AI; technologies

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bondarenko, A. (2022). Musical Information Technologies in Choral Art – Ukraine and Global Context. *Ukrainian Academic Vocal and Choral Art: Methodological-Pedagogical, Historical-Musicological Discourses* (s. 10–40). Kyiv National University of Culture and Arts.
<https://doi.org/10.31866/978-966-602-363-9.10-40> (in Ukrainian)
2. Varnavska, L. & Serhieieva, V. (2022). Computer Software Tools and Their Application in Music Education. *Grail of Science*, 16, 415–419.
<https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.068> (in Ukrainian)
3. Kalustian, O., Ostapchuk-Budz, M., & Kovleva, M. (2023). Prospects of Artificial Intelligence Utilization in Professional Music Education. *Ukrainian Culture: Past, Present, Development Paths (Field: Cultural Studies)*, 46, 153–158.
<https://doi.org/10.35619/ucpmk.v46i.690> (in Ukrainian)
4. Pankiv, L. (2023). Features of Modern Information Technologies' Implementation in the Process of Training Future Teachers of Music and Choreography. *Bulletin of T. H. Shevchenko Chernihiv Collegium, National University*, 175(19), 14–18.
<https://doi.org/10.58407/231903> (in Ukrainian)
5. Potapchuk, T. (2019). Application of Innovative-Information Technologies in Music Art Lessons. *Innovations in Education*, (9), 17–25.
<https://doi.org/10.35619/iuu.v0i9.129> (in Ukrainian)
6. Sovik, T. (2022). Utilizing the Finale Notation Editor During Distance Learning in Musical Disciplines. *Information Technologies and Learning Tools*, 92(6), 154–171.
<https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5128> (in Ukrainian)
7. Shkoba, V., & Holoshchuk, O. (2023). Modern music technologies: continuous education as a prerequisite for professional skills. *Fine Art and Culture Studies*, (1), 129–138.
<https://doi.org/10.32782/facs-2023-1-18> (in Ukrainian)
8. Ableton Push 3. (2024). Sound On Sound. *The World's Premier Music Recording Technology Magazine*. April 02, 2024.
<https://www.soundonsound.com/reviews/ableton-push-3>

9. Audio and sound file extensions list. (2024). File-Extensions.org – File extension library. April 02, 2024.
<https://www.file-extensions.org/filetype/extension/name/audio-and-sound-files>
10. Roland VS-1880 24-Bit Digital Studio Recording Workstation. Reverb. (2024). reverb.com. April 02, 2024.
<https://reverb.com/item/74434847-roland-vs-1880-24-bit-digital-studio-recording-workstation>
11. SMC Research Centers. (2024). SMC Network. April 02, 2024.
<https://smcnetwork.org/centers.html>
12. Teriaieva, L. (2019). Motivation of students 'training with the use of modern computer technologies in the discipline study "Chorus dirgization". *Educological discourse*, (1-2).
<https://doi.org/10.28925/2312-5829.2019.1-2.272285> (in Ukrainian)
13. Vrubel, H. & Mitieva, A. (2021). Features of use information technologies in the professional activity of the music-teacher. *Pedagogical sciences reality and perspectives*, (81), 42–45.
<https://doi.org/10.31392/npu-nc.series5.2021.81.10> (in Ukrainian)
14. What's new in Live 12. Ableton. (2024). Creative tools for music makers. Ableton. April 02, 2024.
<https://www.ableton.com/en/live/>