

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Тарас ПУХАЛЬСЬКИЙ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МУЗИЧНОМУ МИСТЕЦТВІ: КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АРАНЖУВАННЯ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



Електронне видання

Кам'янець-Подільський
2024

УДК 78+004

П90

Рекомендувала вчена рада Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, протокол № 6 від 27.06.2024 р.

Рецензенти:

Лабунець В. М. – доктор педагогічних наук, професор, декан педагогічного факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка;

Сверлюк Я. В. – доктор педагогічних наук, професор, директор Інституту мистецтв Рівненського державного гуманітарного університету;

Михаськова М. А. – доктор педагогічних наук, професор кафедри музикознавства, інструментальної підготовки та методики музичної освіти Хмельницької гуманітарно-педагогічної академії.

Пухальський Т.Д.

П90 Інформаційні технології у музичному мистецтві: комп'ютерне моделювання та аранжування музичних творів: навчальний посібник [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2024. 208 с.

У навчальному посібнику систематизовано теоретичні відомості та досвід використання інформаційних технологій у сфері музичного мистецтва, розглянуто основні історичні відомості їх становлення, принципи функціонування спеціалізованого музичного апаратного та програмного забезпечення, теоретичні основи музичної акустики, звукозапису, музичного продакшну, зведення та мастерингу.

Практичний досвід застосування комп'ютерних і музичних технологій представлений докладним описом та алгоритмами використання музичного програмного забезпечення у вирішенні професійних завдань вчителя музичного мистецтва: створення нотних партитур і наочностей, редагування та монтаж аудіофайлів, запис MIDI-проектів музичних творів, створення автоакомпанементу за допомогою віртуальних аранжераторів, написання фонограм у DAW-програмах та їх зведення, використання в аранжуванні музичних творів віртуальних синтезаторів, семплерів, VST-інструментів, плаґінів, ефектів та сервісів штучного інтелекту.

Навчальний посібник адресовано здобувачам освіти музичних спеціальностей, учителям музичного мистецтва, музикантам-професіоналам та всім, хто цікавиться використанням інформаційних технологій у роботі над музичним репертуаром та аранжуванні музичних творів.

УДК 78+004

Електронна версія посібника доступна за покликанням:

URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8140>

© Пухальський Т. Д., 2024



ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА АРАНЖУВАННЯ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ	10
1.1. Інформаційні технології. Мультимедія. Освіта.....	10
1.2. Комп'ютерне програмне забезпечення у професійній діяльності вчителя музичного мистецтва.....	14
1.3. Звук та звукова інформація	20
Винайдення звукозапису	20
Винайдення комп'ютера	21
Характеристика звуку	23
Аналоговий та цифровий звук.....	24
1.4. Цифрове аудіо. Оцифровування звуку. АЦП і ЦАП.....	27
Оцифровування звуку.....	27
АЦП і ЦАП.....	29
Звуковий інтерфейс комп'ютера	30
1.5. Одноканальний та багатоканальний сигнал	34
Монофонія та стереофонія	34
Системи багатоканального звуку.....	35
Структура мікшера як основа побудови програмного забезпечення для роботи зі звуком	39
Будова типового мікшерного пульта та схеми його підключення	41
Мікшерні пульти у програмах багатоканального зведення.....	45

1.6. Особливості роботи з аудіофайлами.....	48
Монтаж аудіоматеріалу	49
Операції над амплітудними параметрами	50
Операції над частотними параметрами	54
Операції комбінованого характеру. Ефекти.....	58
1.7. Технологія MIDI	64
Синтезатори, історія виникнення та способи їх підключення	64
Протокол передачі MIDI-даних	66
Стандарти MIDI	68
Інтерфейси MIDI.....	69
Секвенсер і формат *.mid	71
1.8. Програмне забезпечення з підтримкою технології MIDI.....	74

Розділ 2. ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОБОТИ З МУЗИЧНИМ КОМП'ЮТЕРНИМ ПРОГРАМНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ77

2.1. Використання нотного редактора FINALE у формуванні партитури та MIDI-проекту музичного твору	77
Створення нового документа	78
Основні інструменти редагування нотної партитури.....	80
Інструменти вводу нотного тексту	82
Введення додаткової інформації	86
Транспонування нотної партитури.....	88
Збереження нотної партитури у MIDI-форматі	89
2.2. Використання синтезаторного аранжератора та його програмних емуляторів для створення акомпанементу.....	92
Музичний супровід та автоакомпанемент	92
Будова модуля автоакомпанементу синтезатора: логіка та органи управління	93
Програмні емулятори синтезаторних аранжераторів та їх налаштування для роботи над акомпанементом	96

2.3. Створення акомпанементу музичних творів у програмі-аранжувальнику Band-in-a-Box	101
Будова інтерфейсу та налаштування програми Band-in-a-Box	102
Вибір стилю для майбутньої композиції. Структура каталогу	105
Основні методи введення акордів	108
Імпорт мелодії та акордів з MIDI-файлів	111
Експорт проекту у MIDI-форматі	114
2.4. Комп'ютерне аранжування музичних творів у програмах багатоканального зведення	117
Особливості роботи з музичним редактором Cubase Pro.....	118
Налаштування програми Cubase Pro: драйвери ASIO, MIDI-пристрої, синхронізація.....	120
Створення нового проєкту. Основні зони та секції проєкту	123
Види і параметри треків. Поле треків та його елементи.....	125
Інспектор треків.....	129
Транспортна панель	131
Операції над частинами проєкту.....	133
Редагування MIDI-треків.....	135
Зведення проєкту музичного твору	141
Імпорт та експорт файлів у Cubase Pro.....	147
2.5. Моделювання музичних творів за допомогою додаткових програмних розширень.....	152
Програмні синтезатори: характеристики та функціонал	153
Програмні семплери та їх бібліотеки	163
Мастеринг зведеного проєкту та його автоматизація	167
Інструменти зміни тональності та темпу аудіозаписів	171
Використання штучного інтелекту у роботі над музичним супроводом.....	174

ДОДАТКИ	184
<i>Додаток 1.</i> Короткий словник термінів, які зустрічаються у комп'ютерних програмах для роботи зі звуком.....	184
<i>Додаток 2.</i> Музичні інструменти стандарту General MIDI (GM).....	193
<i>Додаток 3.</i> Основні акорди та їх позначення у роботі з автоакомпанементом синтезатора	197
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	198
ЛІТЕРАТУРА	201
ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ	205



ПЕРЕДМОВА

Мета освітнього компонента «Інформаційні технології у музичному мистецтві: комп'ютерне моделювання та аранжування музичних творів» полягає у формуванні комплексу професійних компетентностей та особистісних якостей здобувачів освіти,

що проявляється у їх готовності до музично-педагогічної творчості на основі сучасних інформаційних технологій, у набутті ними теоретичних і практичних навичок комп'ютерного моделювання, аранжування музичних творів та їх свідомого застосування у викладанні музичного мистецтва в умовах закладу загальної середньої освіти, що комплексно сприяє розвитку їх креативних здібностей, значно активізує пізнавальні процеси та спонукає їх до творчої самореалізації у педагогічній діяльності.

Матеріал курсу розрахований на здобувачів освіти, які мають базову музичну підготовку, ознайомлені з основними категоріями загальної інформатики та прагнуть оволодіти прийомами та засобами комп'ютерного моделювання та аранжування музичних творів, розширити музичний кругозір завдяки комп'ютерним технологіям для гармонійного поєднання різних сучасних музичних напрямків у майбутній педагогічній діяльності вчителя музичного мистецтва, підвищити свій рівень ідейно-художнього виховання засобами сучасного музичного мистецтва, збагатити досвід організації художньо-оціночної діяльності у галузі музично-комп'ютерних технологій, озброїтись знаннями, вміннями та навичками для повноцінної самостійної роботи з інформаційно-комп'ютерними технологіями в галузі музичного мистецтва. Опанування здобувачами освіти цього навчального курсу дозволить йому ефективно працювати на ПК зі звуком у різних комп'ютерних програмах та розв'язувати низку професійних завдань у роботі зі шкільним музичним репертуаром, створювати MIDI-проекти, аранжування та cover-версії сучасних музичних творів, а ще застосовувати різ-

номанітне спеціалізоване акустичне обладнання, музично-комп'ютерні технології та онлайн сервіси редагування музичного контенту за допомогою штучного інтелекту у своїй музичній та педагогічній діяльності.

Цей навчальний курс належить до циклу освітніх компонентів професійної підготовки та перебуває у тісних міжпредметних зв'язках з іншими дисциплінами – теорією музики, сольфеджіо, гармонією, музичною інформатикою, інформаційними технологіями, методикою музичного навчання і виховання, історією музики, музичним інструментом та ін. Реалізація таких міжпредметних зв'язків у вивченні курсу «Інформаційні технології у музичному мистецтві: комп'ютерне моделювання та аранжування музичних творів» додатково сприятиме формуванню у здобувачів освіти низки професійних компетентностей:

- здатності розв'язувати складні професійні завдання із застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у сфері музичної освіти та викладанні музичного мистецтва у закладах загальної середньої освіти;
- володіння системою знань і практичних умінь застосування спеціалізованого музичного програмного забезпечення у музично-педагогічній діяльності вчителя музичного мистецтва;
- володіння теоретичними та методичними основами комп'ютерного моделювання та аранжування музичних творів для забезпечення активної реалізації власного музично-творчого потенціалу в професійній діяльності вчителя музичного мистецтва, у роботі з музичним репертуаром, урочній та позаурочній концертно-виконавській діяльності.

Завершивши вивчення курсу «Інформаційні технології у музичному мистецтві: комп'ютерне моделювання та аранжування музичних творів», здобувачі освіти мають продемонструвати такі результати навчання:

- володіння способами організації творчої та професійної діяльності вчителя музичного мистецтва із використанням інформаційно-комп'ютерних технологій;
- знання особливостей використання цифрового звуку у музичній практиці, характеристик різних форматів аудіо файлів;
- знання характеристик звукового обладнання та принципів його функціонування,
- вміння застосовувати музичне обладнання у професійній діяльності вчителя музичного мистецтва;

- вміння працювати на персональному комп'ютері зі звуком за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм;
- вміння створювати MIDI-проекти музичних творів за допомогою комп'ютерних програм;
- оволодіння методами та алгоритмами написання фонограм (мінусовок);
- вміння образно, логічно, критично та креативно мислити з питань професійної діяльності та використання комп'ютерних технологій, аналізувати та синтезувати навчальний матеріал;
- вміння діяти на основі етичних міркувань (мотивів) та принципів академічної доброчесності, професійної етики вчителя;
- вміння працювати в команді над розв'язанням навчальних і творчих завдань.

Освітні результати вивчення курсу сприятимуть формуванню готовності майбутніх вчителів музичного мистецтва до подолання методичних, організаційних, технічних та технологічних труднощів, які виникають у час дистанційного навчання, а також нададуть їм дієвий інструментарій для роботи над музичним репертуаром, створення нотних партитур, музичних супроводів, написання фонограм, аранжувань (каверів) та власних авторських композицій, щоб якнайкраще реалізувати сучасні музичні смаки й уподобання школярів з вибору пісенного репертуару для їх додаткового заохочення та гармонійного музично-естетичного виховання.

Структура навчального посібника передбачає розподіл навчального матеріалу за двома основними розділами, які охоплюють 13 параграфів. Більшість параграфів складаються з численних підтем, що дозволяє систематизувати велику кількість теоретичної інформації, описати практичні алгоритмізовані дії у роботі зі спеціалізованим програмним забезпеченням та реалізувати логіку комплексного використання музичних комп'ютерних програм у роботі вчителя музичного мистецтва. Цей посібник не передбачає огляду нотних партитур чи музичних творів як творчого матеріалу для практичних занять, адже ми рекомендуємо використовувати індивідуальний підхід у роботі зі здобувачами освіти, зважаючи на рівень розвитку їх музичних здібностей та сформованості творчих інтересів.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА АРАНЖУВАННЯ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ



1.1. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ. МУЛЬТИМЕДІЯ. ОСВІТА

Життя сучасного суспільства зараз важко уявити без інформаційних технологій. Те, що десятки років тому ще вважалося амбітними ідеями, недосяжними мріями, сьогодні буденність. Чи могли б уявити розробники першого комп'ютера (1940-х), що ця технологія еволюціонує до крихітного ґаджета, який буде в кишені практично кожної пересічної людини, виконуючи до того ж безліч функцій – від зв'язку, розв'язання складних математичних алгоритмів до доступу до різної інформації через єдину мережу, яка об'єднала весь світ? Запитання риторичне, проте науково-технічний прогрес не відбувається сам собою, його рухають амбітні постаті минулого та сучасності. Далекоглядність Білла Гейтса, який пропагував ідею, що комп'ютер має бути в кожному домі, дало людству можливість на ще один виток розвитку цивілізації. Зараз комп'ютерні технології без перебільшення віднайшли своє місце у всіх галузях людського буття і виконують найрізноманітніші завдання.

За короткий проміжок часу комп'ютер став основним інструментом роботи з інформацією, а з часу об'єднання комп'ютерних систем в єдину всесвітню інтернет-мережу (World Wide Web, WWW – з цієї аббревіатури розпочинаються адреси інформаційних ресурсів) він спричинив бурхливий розвиток нової галузі – інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Ця галузь створена у результаті органічного поєднання двох напрямів: комунікаційних (радіо, телебачення, телефонія, супутниковий зв'язок, за-

соби віддаленого доступу тощо) та інформаційних технологій (методів та засобів роботи з інформацією).

Інформаційні технології (IT – Information Technologies, IT) – це система методів, технологічних процесів, програмних засобів, способів використання обчислювальної техніки, яка забезпечує створення, збирання, зберігання, пошук, доступ, передачу та обробку інформації для ефективнішої діяльності користувачів. Основне завдання IT – оптимізація складних процесів взаємодії з інформаційними ресурсами.

Інформаційно-комунікаційні технології (IKT – Information and communications technology, ICT) – поєднання різних уніфікованих технологій з інтеграцією телекомунікацій (провідних та безпроводних з'єднань), апаратного та програмного забезпечення, мультимедійних та аудіовізуальних систем, апаратних і програмних засобів зберігання, обробки та передачі інформації. IKT часто вживаються як синонім до IT, але це більш ширше поняття, яке включає IT та різні комунікаційні системи (медіа – радіо та телебачення, телефонний, супутниковий та мобільний зв'язок, комп'ютерні мережі тощо).

За класифікацією UNESCO (1996) інформаційні технології можна розділити на підгрупи – базові (універсальні) та прикладні.

Базові (універсальні):

- введення (виведення), збір, зберігання, передача та обробка даних;
- підготовка текстових і графічних документів, технічної документації;
- інтеграція та колективне використання різномірних інформаційних ресурсів.

Прикладні інформаційні технології:

- захист інформації;
- програмування, проєктування, моделювання, навчання, діагностика, управління (об'єктами, процесами, системами).

Інформаційні технології мають численні спорідненості з іншими технологіями. Саме поняття **«технологія»** (від грец. *techno* – техніка, майстерність, *logos* – слово, поняття, передавати) – це сукупність методів видобутку, обробки, перетворення будь-чого з одного стану в інший, придатного для людського вжитку. В основі таких методів завжди лежить певна

інформація, яка у формі знань, вмінь і навичок може передаватися від однієї людини до іншої. Саме інформація є основою навчання незалежно від його характеру – теоретичного чи практичного, а з цієї принципової точки дотику розпочинається нерозривний шлях технологій та освіти.

Значення комп'ютера (незалежно від різновиду – персональний комп'ютер, ноутбук, смартфон тощо) в навчанні переоцінити складно, адже система освіти є одночасно і споживачем інформаційних технологій, і активним її виробником, генеруючи запит на інноваційні підходи в освітньому процесі та реагуючи на нагальні потреби суспільства в опануванні масиву інформації, що постійно зростає. Питання ефективності та оптимізації процесу навчання залежить від певних можливостей (людських здібностей, педагогічного керівництва, форм навчальної інформації, умов і засобів навчання тощо), а інформаційно-комунікаційні технології в освіті покликані розширити ці можливості як тих, хто навчається, так і тих, хто навчає.

Інформаційні технології мають можливість швидко змінюватись, постійно оновлюватись, вдосконалюватись, а ще поєднувати різні види інформації. Одним з найпоширеніших поєднань різної інформації стала мультимедія.

Мультимедія (від. лат. *multum* – багато, *medium* – середовище) – це технологія поєднання різних видів інформації – тексту, графіки, відео, звуку, анімації та інтерактивних можливостей – за допомогою технічних та програмних засобів у єдиний цілісний продукт. Використання мультимедійних технологій у навчанні створює надзвичайні можливості для різностороннього вивчення навчального матеріалу та створення сприятливого освітнього середовища через використання електронних підручників, енциклопедій, презентаційних матеріалів, навчальних відео, інтерактивних сайтів, освітніх платформ, засобів перевірки навчальних досягнень, засобів колективної творчості тощо.

Засобом створення мультимедійного контенту є комп'ютер, обладнаний додатковими периферійними приладами та відповідним програмним забезпеченням. Мультимедійні можливості постійно розширюються та вдосконалюються відповідно до природніх способів отримання інформації людиною завдяки сприйняттю через п'ять органів чуття: зорового, слухового, тактильного, нюхового та смакового. Сучасні інформаційні технології значною мірою розраховані на зорове та звукове сприйняття, але існують також середовища, де задіяні всі органи чуття, наприклад,

5D-7D кінотеатри чи VR, де, окрім зорового та слухового компонента, активно застосовується вплив на органи дотику, смаку та нюху.

Починаючи з кінця минулого століття, питанням використання ІТ та ІКТ в системі української освіти присвятили свої праці численні науковці, серед яких Биков В.Ю., Жалдак М.І., Зінченко В.А., Лапінський В.В., Литвинова С.Г., Морзе Н.В., Овчарук О.В., Пінчук О.П., Приходько В.М., Спірін О.М., Триуса Ю.В., Цідило І.М., Цюприк А.Я., Шишкіна М.П., Шолохович В.Ф. та ін. Їхні дослідження – приклад системного наукового підходу до використання інформаційних технологій у різних сферах національної освіти, проте наймасштабніша інтеграція відбулася в часи світової пандемії covid-19. Таке масове запровадження нових технологій в освіті було вимушеним, швидким та менш контрольованим педагогічною спільнотою. Раптовий перехід на технології дистанційного навчання зумовив численні педагогічні, методичні та системні проблеми у підготовці фахівців деяких специфічних професій, серед яких і вчителі музичного мистецтва, але допоміг не втратити чинну систему освіти, хоча її модернізація триває¹.

Підсумовуючи, зазначимо, що використання інформаційних технологій в освіті розширило межі традиційного навчання та викладання, спростило доступ до отримання інформації, оптимізувало складні організаційні процеси системи освіти, суттєво збагатило освітній процес новими формами художньо-педагогічної творчості.

¹ Пухальський Т.Д., Кузів М.В. Особливості організації дистанційного навчання у вокально-хоровій підготовці майбутніх учителів музичного мистецтва. *Молодь і ринок*: щомісячний науково-педагогічний журнал. Дрогобич, 2022. № 6 (204). С. 98-104. URL: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2022.262374>



1.2. КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ МУЗИЧНОГО МИСТЕЦТВА

Питання використання інформаційних технологій у різних сферах людського буття, зокрема в освіті, насамперед відрізняється специфікою кожної конкретної діяльності, яка вимагає відповідного апаратного (технічного) та програмного забезпечення. Якщо узагальнено розглядати використання комп'ютера в навчанні, професійній діяльності, розвагах тощо, то варто зауважити, що кінцева мета (бажаний результат) визначає те, якою саме має бути апаратна частина комп'ютера (материнська карта, процесор, оперативна пам'ять, жорсткий диск, периферійне обладнання, додаткові пристрої тощо), її технічні можливості (комутаційні можливості материнської карти – наявність необхідної кількості певного типу роз'ємів та інтерфейсів для під'єднання додаткових пристроїв та мережі; обчислювальна спроможність процесора – MHz, кількість ядер, кеш, кількість потоків; об'єм та швидкість оперативної пам'яті; тип сховища даних – HDD, SSD; швидкість читання та запису даних; мультимедійні пристрої вводу та виводу інформації – клавіатури, маніпулятори, миші, планшети, аудіоінтерфейси, акустичне обладнання; вебкамери, сканери, принтери, проектори, комбіновані прилади, мультимедійні дошки тощо) та яким має бути програмне забезпечення для належного функціонування всього комплексу обладнання та надання можливості користувачу у зрозумілій і доступній формі керувати робочим процесом. Зазвичай, виробники сучасного комп'ютерного обладнання з економічних та маркетингових причин роблять ставку на певну універсальність, а тому пересічному користувачу насамперед варто зосереджуватися, на програмному забезпеченні, яке йому необхідне. Якщо програмне забезпечення спеціалізоване, то його виробники обов'язково вказують мінімальні технічні характеристики апаратної частини комп'ютера, необхідної для ефективною роботи.

Отже, **апаратне забезпечення** (обладнання, англ. *hardware*) – це електронні та механічні частини обчислювального пристрою (електронні схеми, елементи живлення, засоби вводу та виводу інформації, різноманітні дискретні та інтегральні пристрої, діагностичне та мультимедійне обладнання, пасивні та корпусні частини, комутаційні елементи, адаптери, роз'єми тощо).

Програмне забезпечення (софт, англ. *software*) – це сукупність усіх програмних компонентів комп'ютера, які забезпечують належне функціонування його апаратної частини та виконання окреслених користувачем завдань. Програмне забезпечення умовно можна поділити на дві основні групи: **системне ПЗ** (програмні алгоритми, сценарії, протоколи, інструкції, драйвери, операційна система, інтерфейс тощо), яке не розв'язує конкретних вказівок користувача, а є сервісним провідником між апаратним забезпеченням та іншими програмами; **прикладне ПЗ** (спеціалізоване) покликане допомогти користувачу виконати його завдання, втілити задум, провести конкретні операції з певною інформацією. Такий поділ на групи умовний та нечіткий через те, що на цьому етапі технічного розвитку багато програм можуть відтворювати (емуляція) роботу різних електронних пристроїв та інших програм, що в десятки разів підвищує доступність використання інформаційних технологій у різних професійних сферах, а також дає можливість сформувати унікальний набір прикладних програм, який допоможе фахівцям виконувати свої професійні функції та завдання.

У сфері музичного мистецтва, як і в інших професійних сферах, використовується чимало видів програмного забезпечення загального призначення, націлених на виконання однотипних завдань, а також вузькоспеціалізованих музичних програм. За мірками сучасних освітніх стандартів, професійних кваліфікацій, нормативних документів та реалій сучасного життя суспільства, вчителям музичного мистецтва необхідно оволодіти достатнім комплексом програмного забезпечення, яке допоможе ефективно виконувати свої професійні функції незалежно від форми освітнього процесу (онлайн, офлайн), займатися самоосвітою, розвиватися, вдосконалюватися впродовж усього професійного шляху. На нинішньому етапі розвитку суспільства та цифровізації освіти опанування нового програмного забезпечення та використання його у роботі стало одним із пріоритетних напрямів підготовки учителів музичного мистецтва у закладах вищої освіти. Підтверджують це також численні наукові праці

українських науковців, серед яких Барановська І., Бондаренко А., Бордюк О., Гаврілова В., Камінський В., Луценко В., Мозгальова Н., Пащенко І., Попович Н., Федоришин В., Філіпенко Н. та ін. Дослідники вивчають шляхи подолання наявних труднощів використання ІКТ у музичному мистецтві, розробляють та впроваджують нові методики використання музичного програмного забезпечення у професійній підготовці майбутніх учителів музичного мистецтва.

Виходячи з практики викладання музичного мистецтва, виховних, мистецьких та інших професійних функцій вчителя музичного мистецтва, серед комп'ютерних програм, необхідних йому для успішної професійної діяльності у закладах загальної середньої освіти, можна виділити кілька груп:

- комплекс офісного програмного забезпечення для роботи з текстом, таблицями, графікою, діаграмами, презентаціями, іншими документами, їх скануванням, друком тощо;
- комплекс мультимедійних ПЗ для перегляду зображень, відтворення аудіо та відео файлів, їх редагування та перетворення;
- комплекс ПО комунікаційного характеру – інтернет-браузери (Edge, Google Chrome, Opera, Mozilla та ін.), сервіси колективного конференц-зв'язку (Zoom, Google Meet, Skype та ін.), інформаційні веб-сервіси (пошукові системи, електронні пошти, хмарні технології, медіа платформи, хостинг, стрімінг платформи, електронні бібліотеки тощо), освітні платформи (Google Class, Moodle, Нові знання тощо), месенджери, соціальні мережі та інші засоби зв'язку;
- комплекс ПЗ для роботи з нотним текстом, його набором, відтворенням та друком партитур музичних творів;
- комплекс ПЗ для роботи зі звуком, редагування аудіо- та мідіфайлів, звукозапису, створення музики на ПК тощо.

Така класифікація не претендує на повне охоплення всього можливого програмного забезпечення, яке може використовуватись учителем музичного мистецтва, але ми акцентуємо увагу на тому, що будь-яка комп'ютерна програма – це лише інструмент для роботи, а саме володіння нею – не є кінцевим результатом, а лише засобом реалізації освітньої мети – підготувати такого фахівця, який зможе в сучасних реаліях викладання музичного мистецтва досягати кращих результатів у музично-естетичному вихованні школярів.

Нотний запис на комп'ютері для учителя музичного мистецтва є важливою складовою його методичної роботи, що дозволяє зберігати та поширювати власні музичні розробки, створювати якісні електронні та друковані нотні наочності, ілюструвати теоретичний матеріал з музичного мистецтва, а ще є незамінним у концертно-виконавській (інструментальній, вокальній, диригентсько-хоровій) діяльності, у роботі з пісенним музичним репертуаром, у творчій та науково-дослідній роботі. Володіння комп'ютерними програмами для роботи з нотним текстом стало незамінним для учителя музичного мистецтва у період дистанційного навчання, дозволило всупереч складним обставинам не тільки продовжувати навчання музичного мистецтва онлайн, а й підвищувати теоретичний рівень викладання.

Серед великої кількості комп'ютерних програм для роботи з нотним текстом, доступних на ринку програмного забезпечення, найбільш поширені ***MakeMusic Finale, Avid Sibelius, MuseScore, Encore, MagicScore Maestro, Steinberg Dorico*** та ін. Зважаючи на професійні завдання, які стоять перед учителем музичного мистецтва, функціональність цих програм знаходиться майже на одному рівні, а відмінності стосуються будови інтерфейсів, органів керування, методів вводу інформації, інструментів редагування, логіки конструювання партитури музичного твору, можливостей відтворення нотного тексту, додаткових функцій тощо. Всі ці відмінності впливають насамперед на зручність користування програмою, швидкість роботи, варіативність у роботі з нотним текстом та його виглядом, якість відтворення та фінальний вигляд партитури музичного твору. Окрім набору нотної інформації для збереження у графічному вигляді, дуже важливою є функція її звукового відтворення. Можливість озвучення партитури музичного твору, набраного на комп'ютері, дає можливість створювати інтерактивний навчальний нотний матеріал, полегшує аранжування музичних творів для школярів, адаптацію музичного репертуару відповідно до виконавських можливостей дітей, написання акомпанементів, сучасних опрацювань популярних музичних творів, фольклорних творів, народного мелосу тощо. Зауважимо, що характеристики нотних редакторів постійно покращуються та вдосконалюються виробниками програмного забезпечення, а відтак такі програмні продукти регулярно отримують нові оновлені версії, які часто мають багато відмінностей та нових функцій, але логіка побудови інтерфейсу, основних інструментів та робочого процесу переважно залишається незмінною.

Основа музики – звук, а тому розглянемо основні комп'ютерні програми, які дозволяють працювати зі звуком.

Відзначимо, що на початкових етапах розвитку програмного забезпечення у галузі створення та редагування музики існував чіткий поділ між музичними редакторами, які давали можливість працювати з цифровим звуком (аудіо), та програмами-секвенсерами, які призначалися для роботи з мідіфайлами. Серед музичних редакторів для цифрового аудіо можна виділити популярні у музикантів **Magix Sound Forge, Steinberg WaveLab, Adobe Audition**, які розробники і досі вдосконалюють, додаючи до своїх програмних продуктів нові технології та розширюючи їх можливості.

Програмні продукти, які спочатку передбачали роботу лише з міді-інформацією і позиціонувалися як програми-секвенсери, поступово набули функцій роботи з аудіо та можливостей поєднанням цих музичних форматів у межах одного проекту, чим створили умови для небувалого до того розвитку індустрії електронної музики, стрімкого розвитку музичної творчості та вивели саунд-продакшн (від англ. *Sound Production* – створення звуку) на новий рівень. Серед таких комп'ютерних програм найбільш популярними стали **Steinberg Cubase, Cakewalk Sonar, Cockos Reaper, FL Studio, Presonus Studio One, Ableton Live** та інші. Можливості таких програм також додатково розширюються за рахунок сторонніх розробок у вигляді плаґінів (від. англ. *plug-in* – підключати), програмних модулів, віртуальних синтезаторів, семплерів та великої кількості ефектів, поєднання яких дає можливість користувачу створювати музику найрізноманітніших жанрів і стилів – від сучасної електронної до класичної симфонічної. Поєднання такого програмного забезпечення з комп'ютером та відповідним апаратним оснащенням дало можливість поступово змінити традиційне аналогове обладнання студій звукозапису на **цифрові звукові робочі станції** (англ. *digital audio workstation, DAW*), призначені для багатоканального запису, редагування цифрового аудіо з підтримкою технології MIDI та можливістю вільної маніпуляції записаним музичним матеріалом.

Такий широкий інструментарій для роботи зі звуком виводить на новий рівень роботу музикантів-професіоналів, саунд-продюсерів, звукооператорів, композиторів та аранжувальників, зокрема й допомагає вчителям музичного мистецтва реалізувати їх ключові професійні функції у різних видах музичної діяльності зі школярами. Реалізація освітніх зав-

дань, які постійно виникають у роботі вчителя музичного мистецтва, за допомогою сучасних інформаційних технологій і стало основою навчального курсу «Комп'ютерне моделювання та аранжування музичних творів» та метою цього посібника.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Проаналізуйте сутність понять «Інформаційні технології» та «Інформаційно-комунікаційні технології», проведіть між ними паралелі та вкажіть на їх відмінності.*
- 2. Прокоментуйте значення терміна «мультимедіа».*
- 3. Охарактеризуйте апаратну та програмну частину комп'ютера.*
- 4. Назвіть основні категорії програмного забезпечення, які застосовуються у професійній діяльності вчителя музичного мистецтва.*
- 5. З'ясуйте головну відмінність DAW-програм від раннього програмного забезпечення для роботи зі звуком.*

Література: 2, 8, 11, 14, 20, 22, 28, 31, 34, 42.



1.3. ЗВУК ТА ЗВУКОВА ІНФОРМАЦІЯ

Еволюція програмного забезпечення для роботи з цифровим звуком має свої особливості, оскільки комп'ютер і музика поступово зближались впро-

довж багатьох десятиліть. Згадаймо ключові історичні події та винаходи, які вплинули на цей процес.

Винайдення звукозапису

Перша значуща подія відбулася 21 листопада 1887 року, коли відомий американський винахідник Томас Едісон оголосив про винайдення першого **фонографа** – приладу для запису і відтворення звуку (мал. 1. 2). Цей пристрій записував звукові коливання на спеціальний барабан через механічний рух голки, що рухалася видавленими у барабані доріжками, залишаючи відбиток звукових коливань, які уловлювалися спеціальним рупором. Повторне проходження голки доріжками відтворювало ці коливання. Так була записана перша звукова інформація.

Фонограф завдяки напрацюванням різних винахідників постійно вдосконалювався. Невдовзі після його представлення громадськості науковці Бейлор і Тернер запатентували метод вирізьблювання звукової доріжки, а Еміль Берлінер запропонував



Мал. 1. Фонограф Едісона



Мал. 2. Томас Едісон і його рання версія фонографа

замінити барабан на плоский диск – вінілову платівку. Так з'явився новий пристрій – **грамофон** (мал. 3). Запис на платівки мав вирішальне значення для розвитку індустрії звукозапису, адже давав можливість масово тиражувати мистецькі твори (музику, театральні вистави, промо-ви видатних людей, аудіо книги, навчальні записи тощо) за допомогою простих індустріальних методів штампування та лиття, що спричинило справжню революцію у музичній сфері.

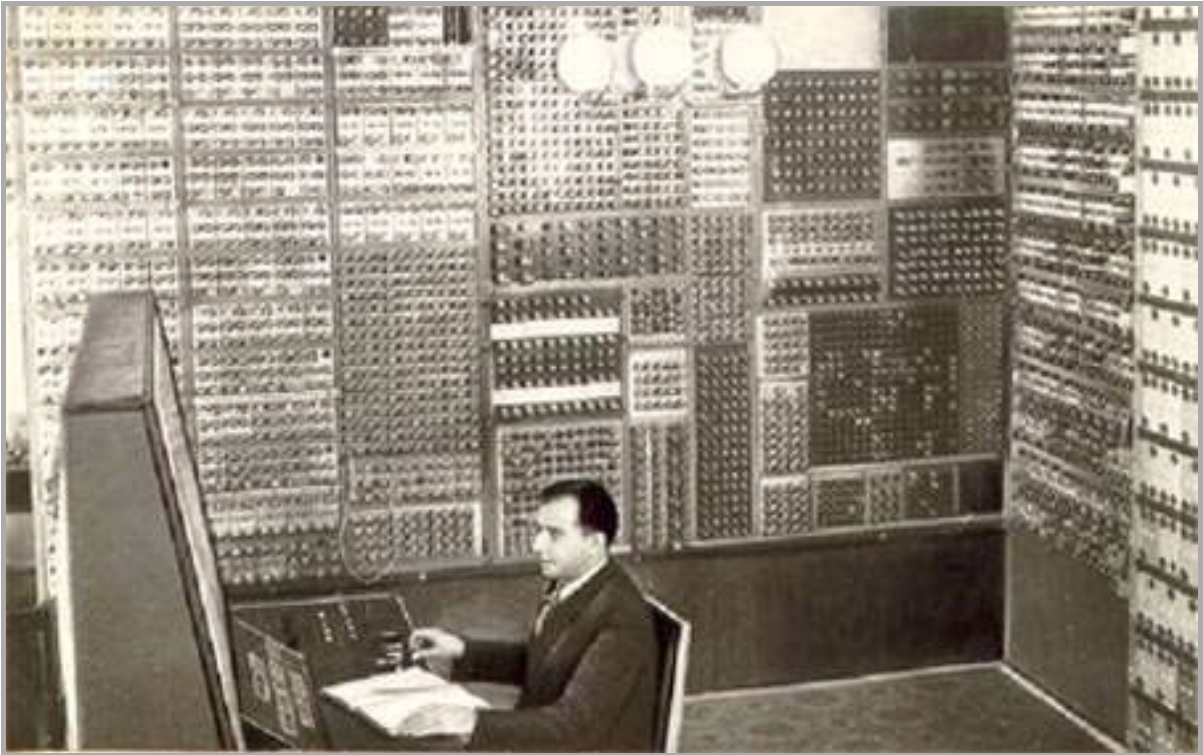
Пізніше описана механічна технологія звукозапису поступово еволюціонувала до електронної: часові інтервали та швидкості регулювали електроприводи, зчитування носія відбувалось електронними голівками з електричним підсиленням звукового сигналу, а носій – вінілову платівку – замінили на магнітну стрічку. Електромагнітний звукозапис відзначався надзвичайною акустичною натуральністю порівняно з механічним звукозаписом, саме з нього розпочалася нова технологічна ера звукозапису – ера аналогового звуку.



Мал. 3. Грамофон

Винайдення комп'ютера

Паралельно з технологічним розвитком механічного та аналогового звукозапису на шляху до цифрового звукозапису другою визначною подією стало створення першого універсального програмованого комп'ютера ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) у США 1946 року. У 1950 році у Києві був створений його аналог МЕОМ (Мала електронна обчислювальна машина), перевагою якої стала двійкова система числення, на якій будувалася робота всіх наступних поколінь комп'ютерів (мал. 4).



Мал. 4. Мала електронна обчислювальна машина (МЕОМ)

Ці перші комп'ютери прийнято називати першим поколінням (кінець 1940-х – початок 1950-х), вони почали історичний відлік розвитку комп'ютерних технологій. Характерною особливістю роботи цих комп'ютерів та їх модифікацій стало використання електровакуумних ламп. У комп'ютерах другого покоління (кінець 1950-х) лампи змінили транзистори, які започаткували еру електронних обчислювальних машин (ЕОМ). Комп'ютери третього покоління (кінець 1960-х – початок 1970-х) будувалися на основі великих інтегральних схем. Еволюція ЕОМ до комп'ютерів четвертого покоління (з середини 1970-х до наших днів) породила його центральний елемент – мікропроцесор, який будувався на стандартизованій надщільній транзисторній схемі, що могла вміщатися на площі одного кремнієвого кристалу. З цього моменту ЕОМ четвертого покоління розпочинають розвиватися за двома принциповими напрямками:

- 1) надпотужні багатопроцесорні суперкомп'ютери з унікальною архітектурою, спроектовані для виконання надскладних спеціальних вузькопрофільних завдань;
- 2) персональні комп'ютери (ПК), які призначалися для виконання стандартизованих повсякденних завдань і могли поміститися на письмовому столі.

Створення персонального комп'ютера завдячує появі перших універсальних мікропроцесорів, які вперше розробила компанія Intel. Один

із них – Intel-8080, створений у 1973 році, став стандартом у галузі мікропроцесорної архітектури і послужив основою для розробки першого ПК. Перше серійне виробництво ПК, близьких за виглядом до їх сучасних аналогів, започаткувала компанія IBM Corporation (International Business Machines) у США. Модель першого такого ПК (IBM 5150) будувалася на основі мікропроцесора Intel-8088. Альтернативним варіантом персонального комп'ютера на той час став Apple 1, розробником якого у 1976 році став американський винахідник українського походження Стів Возняк, він разом зі Стівом Джобсом заснував всесвітньовідому корпорацію Apple. Вже у 1977 році компанія запустила у серійне виробництво оновлену модель свого ПК Apple 2, яка отримала графічний режим високої роздільної здатності та звукові можливості завдяки касетному магнітофону Panasonic RQ-309DS (мал. 5). Відтепер людству став доступний комп'ютер, що міг відтворювати звукозаписи через плівковий програвач, проте це був все ще аналоговий звук, а не цифровий.



Мал. 5. Персональний комп'ютер Apple 2

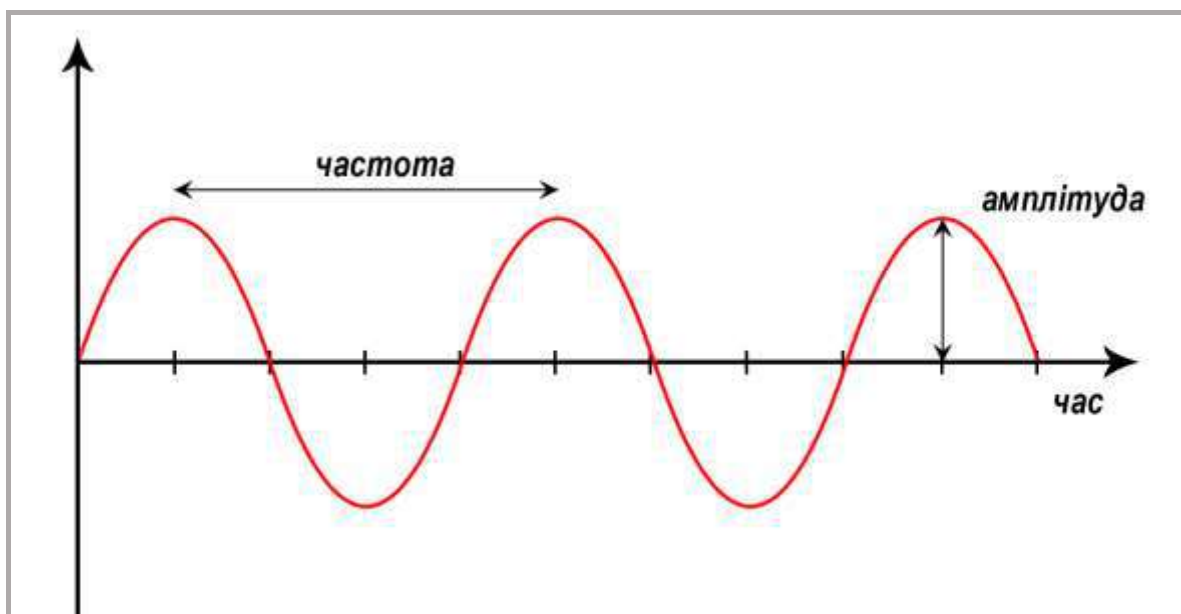
Характеристика звуку

Для визначення понять аналогового та цифрового звуку звернемося спочатку до основних характеристик звуку, його природи.

Будь-який **звук** – це фізичне явище, що поширюється у певному середовищі (твердому, рідкому, газоподібному) через поширення звукових коливань у формі хвиль, які можна сприймати органами чуття. Ці хвилі суб'єктивно сприймаються людиною, як сам звук.

Звукове коливання має багато фізичних параметрів: частота, амплітуда, спектр, інтенсивність, швидкість, протяжність, форма тощо. Серед найбільш значущих параметрів музичного звуку можна виділити **частоту (frequency)** та **амплітуду (amplitude)**, які є вирішальними у визначенні таких музичних характеристик, як **висота** та **гучність** звуку

(мал. 6). Для **простого тону** (згенерований звук синусоїдальної форми) лише ці параметри матимуть значення у визначенні музичних характеристик, але такий звук повністю позбавлений однієї з головних музичних характеристик – **тембру**, завдяки якому ми здатні відрізнити один музичний інструмент від іншого чи розрізнити людські голоси. Звук музичного інструмента має складну будову, яка охоплює велику кількість спектральних коливань, котрі звучать поряд з основним тоном, форма яких і визначає його тембр.



Мал. 6. Звукова хвиля синусоїдальної форми

Зазначимо, що фізичні параметри звукових коливань схожі з параметрами коливань змінного струму, а тому ідея перетворення будь-якої інформації в унікальний за своїми параметрами струм дала можливість суттєво вдосконалити процес її збирання, зберігання та відтворення. Носієм такого виду інформації став аналоговий сигнал.

Аналоговий та цифровий звук

Аналоговий звук – це відтворення звукових коливань за допомогою електричних синусоїдальних коливань певної амплітуди і частоти.

Перетворення певної звукової інформації у електричні коливання, які записувались на магнітну стрічку, а потім могли з неї відтворюватись за допомогою електроакустичного підсилення, кардинально змінили музичну індустрію. Поряд з численними перевагами аналогового звуку він має два суттєві недоліки:

1) швидке старіння носія інформації – магнітної стрічки, яка з часом під дією різних факторів втрачає свої властивості, а з ними також записану інформацію;

2) запис та відтворення аналогового звуку спотворюється через електронний шум та процеси перетворення електронних сигналів.

Розв'язати ці проблеми можна за допомогою нового технологічного підходу – цифрового звуку.

Цифрова інформація – це різновид інформації (текстової, графічної, звукової тощо), збережений в електронній формі (файлах) у базах даних на електронних носіях і придатний для зчитування та відтворення комп'ютером.

Головна відмінність аналогової та цифрової інформації полягає у її вигляді. Аналогова інформація за своєю природою є безперервною (мал. б), надзвичайно близькою до її першоджерела і теоретично має незліченну кольорову і тональну градацію у графічних (рухомих, нерухомих) зображеннях, необмежену кількість динамічних і тональних варіантів звуку, але на практиці обмежена технічними апаратними можливостями її запису і відтворення. Цифрова інформація – дискретна, вона представляє певну цілісну неперервну величину шляхом її ділення (квантуванням, дискредитації) за часом та рівнем і є її математичним відтворенням, послідовністю чисел. Зважаючи на те, що комп'ютери працюють у двійковій системі числення, цифрова інформація передається послідовністю нулів і одиниць.

Отже, **цифровий звук** – це результат перетворення аналогового звуку у математичну послідовність чисел, яка описує характеристики звукової хвилі, її частоту, амплітуду, форму тощо. Ці математичні послідовності (звукові дані) можуть представлятися у різному вигляді – форматі. Сукупність таких звукових даних у певному форматі називається звуковими файлами (аудіофайлами). Збереження звукової інформації у різних форматах даних дає широкі можливості комп'ютерним системам не тільки її зберігати та відтворювати, а ще й редагувати. Цифровий формат аудіоданих виявився найбільш гнучким для роботи із ним за допомогою спеціалізованих пристроїв та спеціального програмного забезпечення (звукових редакторів). Це дало індустрії звукозапису нові можливості, а поширення музичної продукції через інформаційні мережі докорінно змінило процес її тиражування та розповсюдження.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Опишіть перший пристрій для запису звуку та дайте характеристику «механічному звукозапису».*
- 2. З'ясуйте значення звукозапису для розвитку музичного мистецтва?*
- 3. Дайте визначення етапам розвитку комп'ютерних технологій та наведіть приклади перших персональних комп'ютерів.*
- 4. Наведіть основні фізичні параметри звукового коливання.*
- 5. Порівняйте характеристики аналогового та цифрового звуку.*

Література: 5, 11, 12, 28, 31, 37, 38.



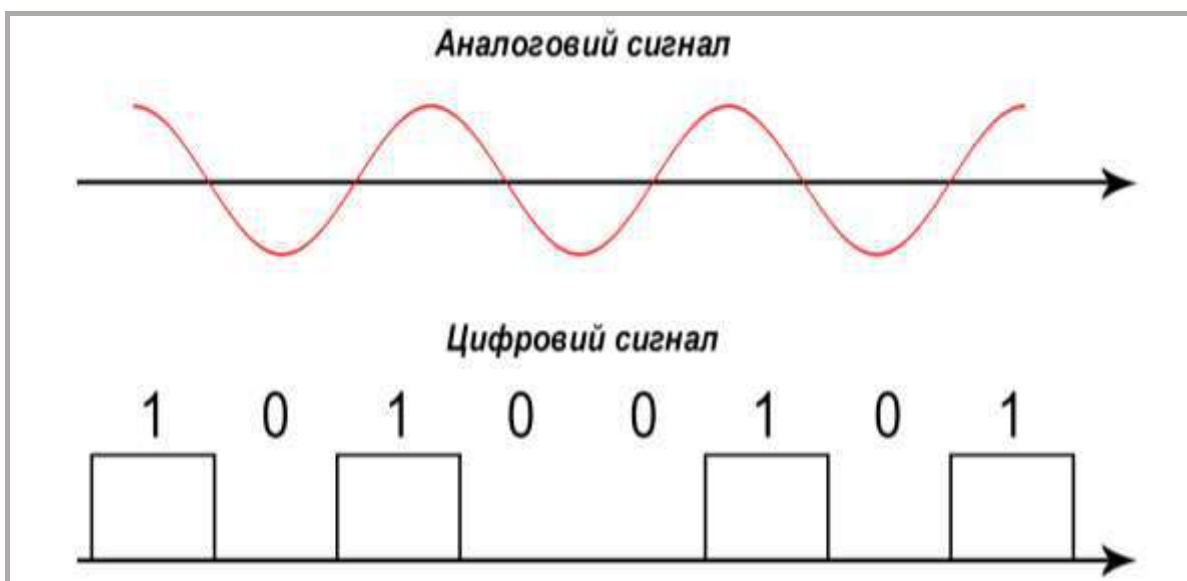
1.4. ЦИФРОВЕ АУДІО. ОЦИФРОВУВАННЯ ЗВУКУ. АЦП і ЦАП

Розвиток сучасного інформаційного суспільства нерозривно пов'язаний з питаннями цифровізації, яка охоплює без перебільшення усі сфери людського буття. Поряд з поняттям «цифровізація» часто можна почути інший термін «оцифровування», який в деяких джерелах невіправдано вживається як синонім, а тому спробуємо охарактеризувати ці два поняття.

Оцифровування звуку

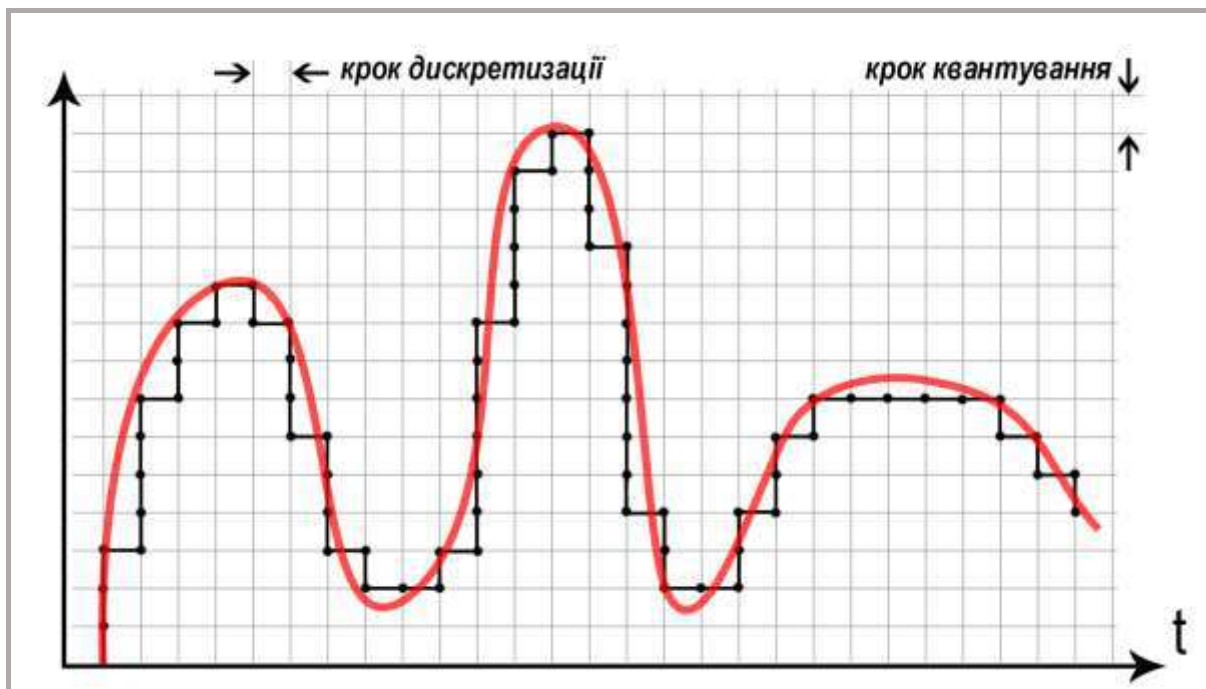
Цифровізація (з англ. *digitalization*) – це впровадження цифрових технологій у різні сфери життя людини: глобальна трансформація процесів інформаційної суспільної взаємодії у сферах державного управління, освіти, культури, охорони здоров'я, економічній і промисловій діяльності тощо.

Оцифровування (англ. *digitization*) – це процес перетворення будь-якої інформації з аналогової форми в цифрову. Цифрова форма інформації – це певна послідовність чисел двійкової системи числення – нулів та одиниць, де «1» – це наявність сигналу, а «0» – її відсутність (мал. 7).



Мал. 7. Аналоговий та цифровий сигнали

Перетворення аналогового сигналу у цифровий відбувається за рахунок дискретизації та квантування, які не варто плутати. На графіку (мал. 8) чітко видно, що дискретизація розбиває сигнал за часом (по горизонталі) із заданою частотою дискретизації, а квантування (по вертикалі) приводить сигнал до заданої точки, розбиваючи його за рівнем. Отже, сигнал, до якого застосовані і дискретизація, і квантування, називається цифровим сигналом.



Мал. 8. Перетворення аналогового сигналу на цифровий

Якщо поглянути на цей графік з позиції звукової хвилі, можна відстежити основні відмінності між аналоговим і цифровим звуком: аналоговий звук неперервний у часі і має практично необмежену динамічну плавність; цифровий звук переривається у часі і звучить за рахунок надшвидких імпульсів у заданій частоті дискретизації, а також обмежений амплітудною розрядністю – глибиною дискретизації.

Частота дискретизації (англ. *sample rate*) за перетворення аналогового звуку у цифровий визначає кількість замірів за секунду і вимірюється у герцах (Hz). Найменший відрізок інформації про звукову хвилю називається семплом (англ. *sample* – взірець). Що вища частота дискретизації, то більш детальне звучання. Як відомо, людське вухо здатне сприймати дискретний звук як неперервний з 18 000 Hz і вище, а тому, зважаючи на теорему Котельникова (вказує на здатність до повного відновлення інформації звукової хвилі за вдвічі вищої частоти її дискретизації), оптимальною частотою дискретизації звуку можна вважати

36 000 Hz. У сучасних приладах, які працюють з цифровим аудіо, частота дискредитації навіть вища за оптимальну: від 8 000 Hz до 16 000 Hz для телефонного зв'язку; 44 100 Hz для аудіо CD дисків; 48 000 Hz звуку у відеокамерах та DVD дисках; від 96 000 Hz до 192 000 Hz для звукових рекордерів та спеціалізованого звукового обладнання. Перевищення оптимальної частоти дискредитації дає більші можливості редагування записаного матеріалу (постобробці), але за рахунок більшої кількості інформації суттєво збільшується і розмір записаних файлів.

Амплітудна розрядність визначає точність замірів амплітуди аудіосигналу і вимірюється у бітах (від англ. *bit [binary digit]* – двійкова цифра). Що вища розрядність, то вища точність відтворення амплітуди звукової хвилі. Наприклад, розрядність 1 біт має два рівні, 4 біти – 16, 8 біт – 256, 16 біт – 65 536, 24 біти – 16,8 мільйонів рівнів, 32 біти – 4,3 мільярди рівнів. Найпоширенішою амплітудною розрядністю для загального користування є 16 біт або 24 біт, у професійній роботі зі звуком використовуються 32 біти.

Отже, саме за цими двома параметрами – частотою дискретизації та амплітудною розрядністю – ми можемо судити про точність відтворення цифровим аудіо звукової хвилі реального звуку. Оцінювання якості цифрового звуку дуже суб'єктивна річ, а тому, читаючи параметри звукового файлу (44.100 Hz 16-bit; 48000 Hz 24-bit; 192000 Hz 24-bit тощо), варто їх сприймати не як абсолютний показник якості, а ймовірніше як канву різного розміру (роздільної здатності). Що вища частота і глибина, то система координат за перетворення (кодування) звукового сигналу матиме більше ступенів ділення по вертикалі і горизонталі, але саме перетворення звукового коливання завжди залежить також і від технічних можливостей такого перетворювача, його апаратної частини.

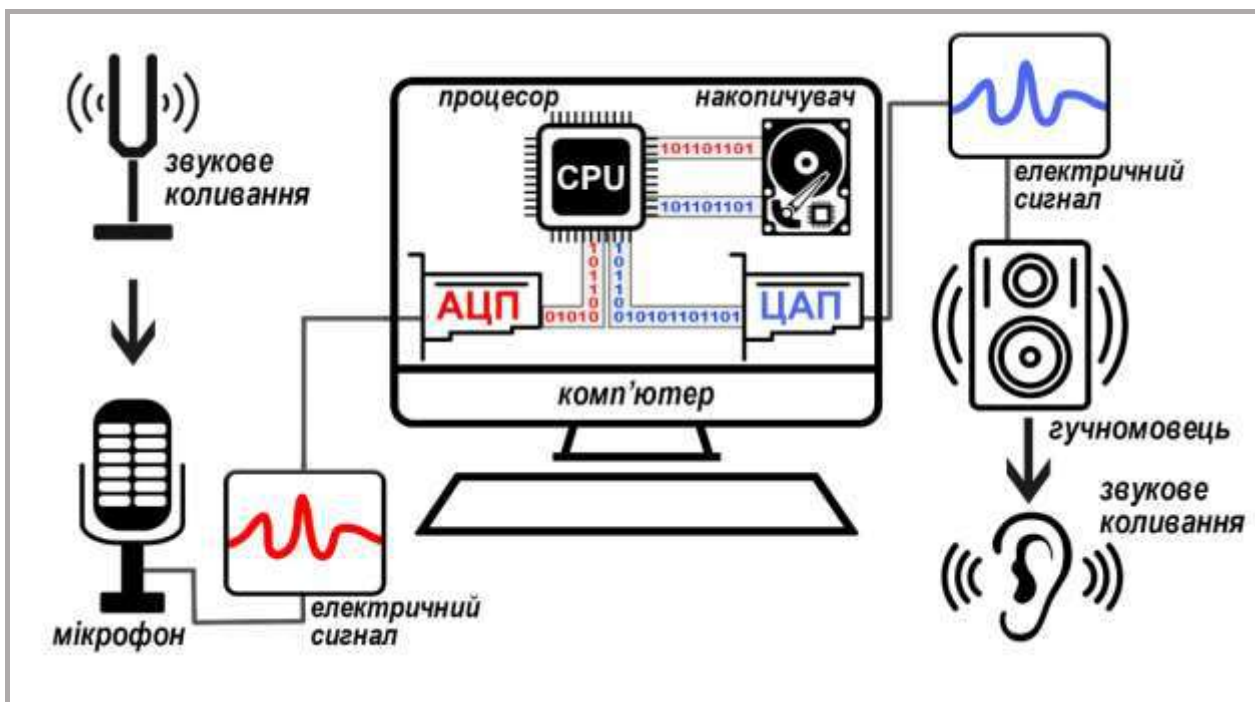
АЦП і ЦАП

Процес перетворення будь-якої інформації у її цифрову форму, яка може зчитуватися комп'ютером, здійснюється за допомогою пристроїв аналого-цифрового перетворення (**АЦП**; англ. *Analog-to-Digital Converter, ADC*), а її відтворення – за допомогою пристроїв цифро-аналогового перетворення (**ЦАП**; англ. *Digital-to-Analog Converter, DAC*).

Своєю чергою АЦП і ЦАП використовують певний алгоритм перетворення, за яким електрична хвиля аналогового сигналу кодується чис-

лами. Одним з таких алгоритмів є **імпульсно-кодова модуляція** (ІКМ, англ. *Pulse Code Modulation, PCM*), яка передбачає відбір рівня аналогового сигналу через рівні проміжки часу, їх незалежним один від одного квантування з подальшим кодуванням числами. Цей алгоритм може використовуватись як зі звуковою інформацією, так і з іншими видами аналогового сигналу (зображеннями, відео, телеметричними даними тощо).

Проходження звуку від джерела, його кодування, збереження за допомогою комп'ютера, а потім розкодування та відтворення представлено схематично на мал. 9. Використання ЦАП у сучасних аудіо приладах поширеніше ніж АЦП, насамперед через більшу затребуваність у відтворенні звуку – музичних програвачах, телевізорах тощо. Серед пристроїв, які можуть відтворювати та кодувати цифрове аудіо (включають АЦП та ЦАП), засоби цифрового зв'язку, комп'ютерні системи, спеціалізоване музичне устаткування для звукозапису тощо.



Мал. 9. Схема проходження звуку через мікрофон, АЦП, процесор, ЦАП, гучномовець

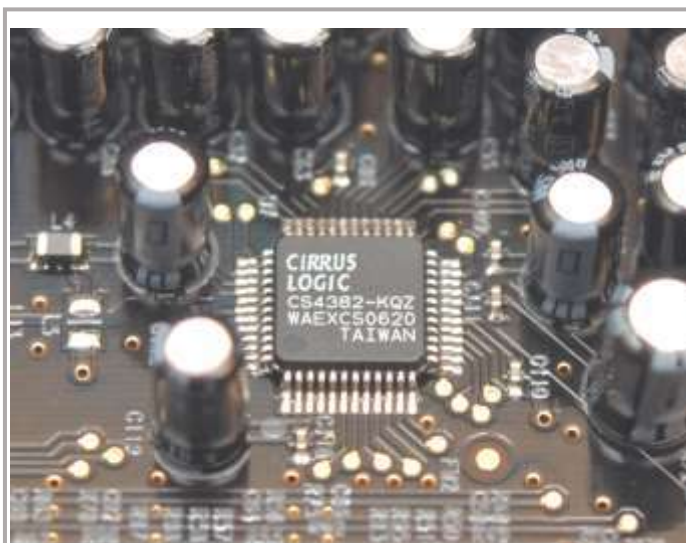
Звуковий інтерфейс комп'ютера

У комп'ютерах за АЦП і ЦАП звукової інформації відповідає звукова карта (англ. *sound card*), а її технічні характеристики визначають потенційні можливості комп'ютерної системи для роботи зі звуком, які також залежать від інших її складових (процесора, оперативної пам'яті, файлового накопи-

чувача тощо). Більшість звукових інтерфейсів пропонують мінімальні мультимедійні можливості – дозволяють на вході підключити мікрофон, а на виході акустичну систему (колонки, навушники). У спеціалізованих звукових картах для роботи зі звуком ці можливості набагато ширші і можуть охоплювати додаткові вхідні та вихідні канали, додаткові цифрові інтерфейси (інфрачервоний, коаксіальний, USB, Fire-Ware та ін.), моніторні лінії, електроакустичні підсилювачі (Preamp), звукові процесори (DSP) тощо.

Звукові карти можна розділити на три основні різновиди за формою виконання: інтегровані, окремі плати розширення та зовнішні пристрої.

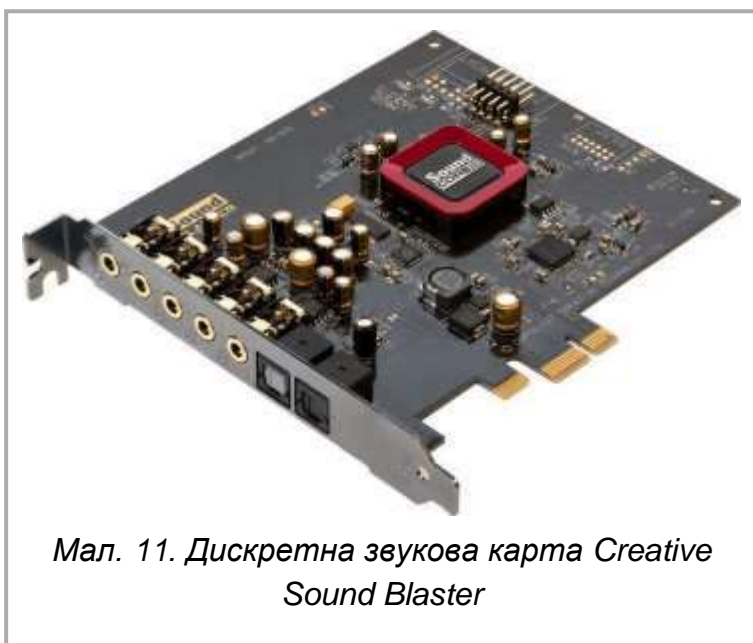
В інтегрованому виконанні (мал. 10) звукова карта є частиною материнської карти комп'ютера – всі її елементи, роз'єми, кодеки припаяні до основної частини материнської карти, а обробкою аудіосигналу займається центральний процесор. Така схема є наймасовішою та найдешевшою на ринку комп'ютерних технологій, а тому не відзначається високою якістю звуку.



Мал. 10. Інтегральна звукова карта

Звукова карта у формі окремої плати розширення (дискретна) приєднується до материнської карти через спеціальний роз'єм PCI або PCIe

(мал. 11). Такі звукові карти мають кращі характеристики, ніж інтегровані, більшу кількість вхідних та вихідних каналів, додаткові цифрові інтерфейси. Особливістю таких карт, як і інтегрованих, є використання на вхідних та вихідних каналах аудіороз'ємів 3,5 мм.



Мал. 11. Дискретна звукова карта Creative Sound Blaster

Найбільшої уваги нате-пер для роботи зі звуком заслуговують аудіокарти, ви-

конані у формі окремого пристрою (мал. 12), який під'єднується до ПК через роз'єм USB або Fire Ware. Функціональність такої звукової карти набагато вища за інтегровані та дискретні. Такі пристрої виробники комплектують різноманітними аудіороз'ємами з додатковим акустичним підсиленням, розрахованими для підключення професійного музичного обладнання (студійних мікрофонів, мікшерів, компресорів, багатополосних еквайзерів, модифікаторів звуку, MIDI-контролерів тощо), можливостями одночасного багатоканального запису з різних джерел, вбудованими синтезаторами, процесорами ефектів. Окрім того, виконання у формі окремого девайсу розв'язує проблеми електромагнітних перешкод шляхом кращого екранування сигналу. Такий формат звукової карти дозволяє використовувати її не тільки з настільними персональними комп'ютерами, а й з ноутбуками, що суттєво підвищує мобільність та розширює творчі можливості її використання.



Мал. 12. Зовнішня звукова карта Roland Rubix

Отже, звукова карта є основним пристроєм АЦП і ЦАП, необхідним для роботи зі звуком, його обробки, звукозапису, синтезу, що є основою процесу створення музики за допомогою комп'ютера. Вона дає широкі технічні можливості як професійним музикантам-виконавцям, композиторам, звукорежисерам, аранжувальникам, так і вчителям музичного мис-

тецтва, професійна діяльність яких охоплює безліч споріднених видів музичної діяльності з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Що таке «оцифровування» інформації і чим цей процес відрізняється від «цифровізації»?*
- 2. Що таке процес дискредитації та квантування?*
- 3. Яким чином відбувається трансформація інформації через процеси АЦП та ЦАП?*
- 4. У якій системі числення відбувається кодування звукової інформації?*
- 5. Які основні види звукових інтерфейсів комп'ютерів?*

Література: 4, 8, 12, 18, 22, 39, 54.



1.5. ОДНОКАНАЛЬНИЙ ТА БАГАТОКАНАЛЬНИЙ СИГНАЛ

Робота зі звуком чи на «живому» концерті, чи у процесі студійного запису є основним полем діяльності найбільш специфічної музичної професії – звукорежисера, проте у закладах загальної середньої освіти часто його функції виконує вчитель музичного мистецтва. Насамперед це пов'язано з тим, що керування звуком – це своєрідний мистецький процес, а сам звукорежисер є і музикантом, і звукоінженером, і якоюсь мірою художником чи скульптором. Головним його творчим матеріалом є звук, який він намагається донести до слухача через численні технологічні етапи та процеси обробки, редагування, щоб реалізувати художній задум та мистецький (емоційний) вплив на слухача, а це вимагає не тільки глибокого розуміння фізичної природи звуку, технологічних процесів звукозапису, комп'ютерних технологій, а й знання мистецьких законів, художніх умінь та різностороннього музичного досвіду. Незалежно від масштабності роботи зі звуком чи в межах великого концерту, чи окремого уроку музичного мистецтва у школі керівництво звуком вимагає низки сформованих технологічних знань, професійних вмінь, досвіду роботи з аналоговими та цифровими апаратними пристроями і музичним комп'ютерним програмним забезпеченням.

Монофонія та стереофонія

Для початку звернемось до ключових понять, пов'язаних з аудіосигналом та його управлінням. З часів винайдення механічного запису звуку, а згодом і методом електричного його перетворення та записом на магнітну стрічку абсолютно вся звукова інформація зберігалася та відтворювалася у єдиному звуковому потоці – каналі (доріжці). Цей метод дістав назву **монофонія** (від грец. «*monos*» – один; «*phono*» – звук). Такий метод передбачає запис звуку або його відтворення з однієї просторової точки (див. мал. 13). Монофонічне відтворення звуку найбільш віддалене від його природнього звучання, позбавлене просторово-

го відчуття. Для відтворення такого звукозапису використовується лише один гучномовець або кілька, під'єднаних паралельно.

У **стереофонії** (від грец. «*otereos*» – просторовий; «*phono*» – звук) використовуються два окремі звукові канали, а це дає можливість, записуючи джерело звуку з двох різнонаправлених мікрофонів, відтворювати просторове звучання, яке найбільш природне для людського сприймання, адже саме завдяки двом органам слуху людина може визначати напрям і відстань до джерела звуку, його розміщення у просторі. Прослуховування стереозвукозапису потребує відповідно двох гучномовців, кожен з яких відтворює окрему звукову доріжку.

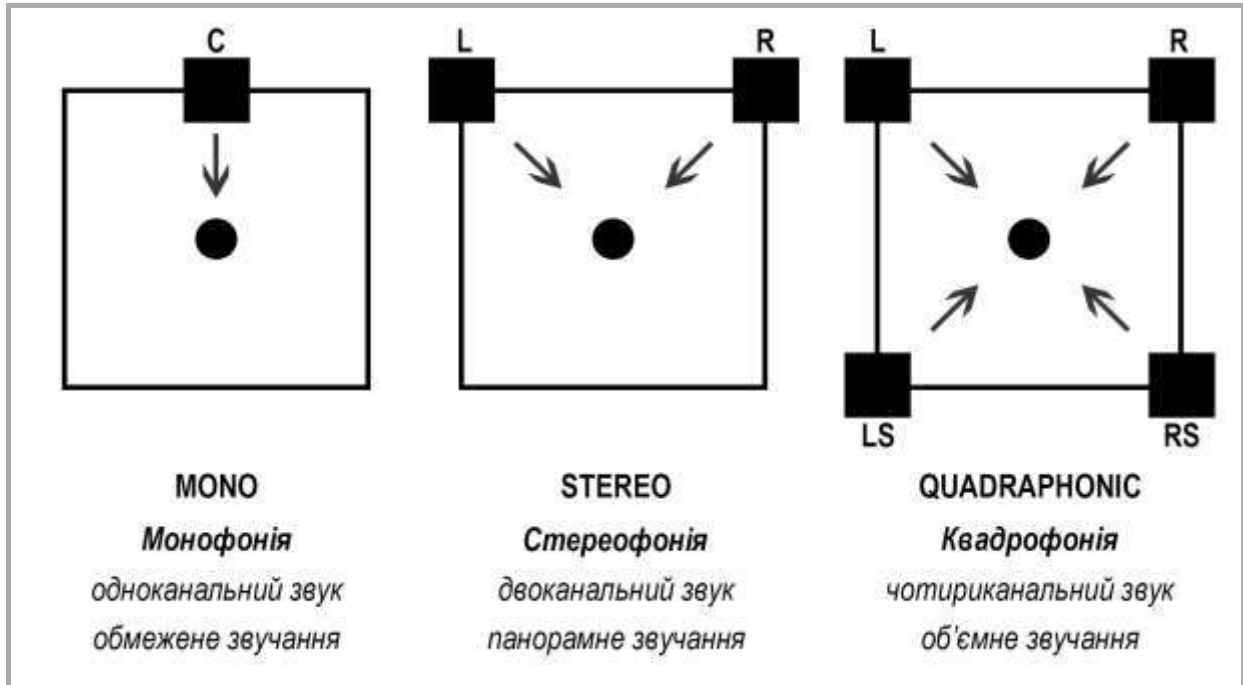
Вперше стереофонія була використана ще у 1881 році на сцені Паризької опери, яка транслювалася за допомогою двох мікрофонів до зали Паризької електричної виставки, де у спеціальних кабінках слухачі за допомогою телефонів з двома слухавками могли послухати концерт. Пізніше, 1932 року, у Філадельфійській музичній академії був здійснений перший стереозвукозапис за допомогою двох мікрофонів, від яких сигнал передавався до двох голок, що нарізали канавки на платівці. У 1933 році були випущені перші стереоплатівки, але на той час вони не мали великого успіху, бо вимагали відповідних програвачів з двома голками та двома рупорами, що значно здорожчувало пристрій порівняно з його традиційною версією.

Найбільшої популярності стереофонічні звукозаписи набули у 1960-х роках, поступово витіснивши з музичної індустрії монофонію, проте вона ще деякий час панувала на радіомовленні та телебаченні.

Системи багатоканального звуку

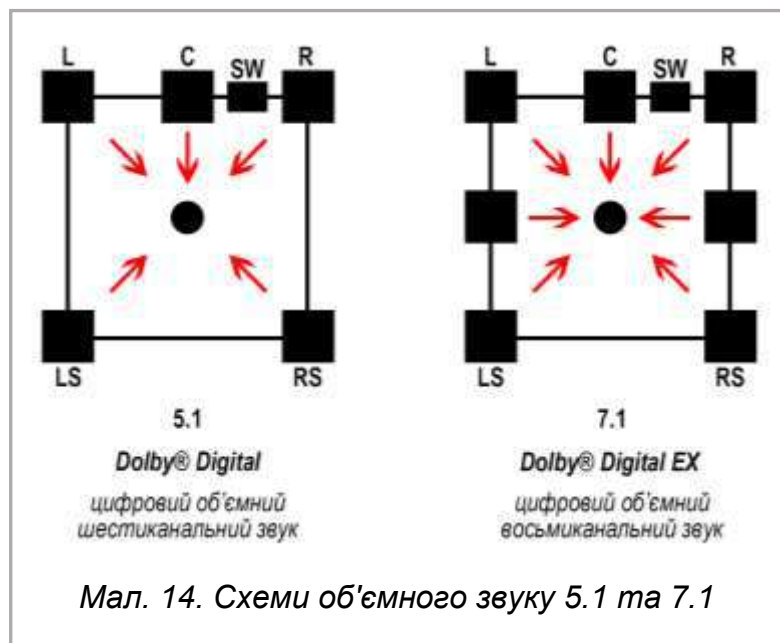
У кінці 1970-х років активно починають розвиватися системи багатоканального звукозапису і відтворення, серед яких найбільшого поширення набула **квадрофонія** – використання чотириканального звуку. У музичній сфері багатоканальний (4 і більше) звукозапис не набув широкого використання, але, еволюціонувавши, зазнав активного використання у кіноіндустрії. У системах квадро частіше використовувалось те ж саме стерео (двоканальний звук), що звучало попереду через лівий і правий канали, тільки з розміщенням позаду. Це не сприяло появі справжнього об'ємного звуку, а тому чотириканальний звук став найменш розповсюдженим у сфері саунд-дизайну.

Принципові основи побудови монофонічного, стереофонічного та квадрофонічного звучання схематично відтворені на мал. 13, де великий порожній квадрат – це простір (кімната), у якому відтворюється звук; круг в центрі – слухач; малі чорні квадрати – незалежні джерела звуку (гучномовці), кожен з яких відтворює свій канал (звукову доріжку).



Мал. 13. Моно-, стерео-, квадрофонія

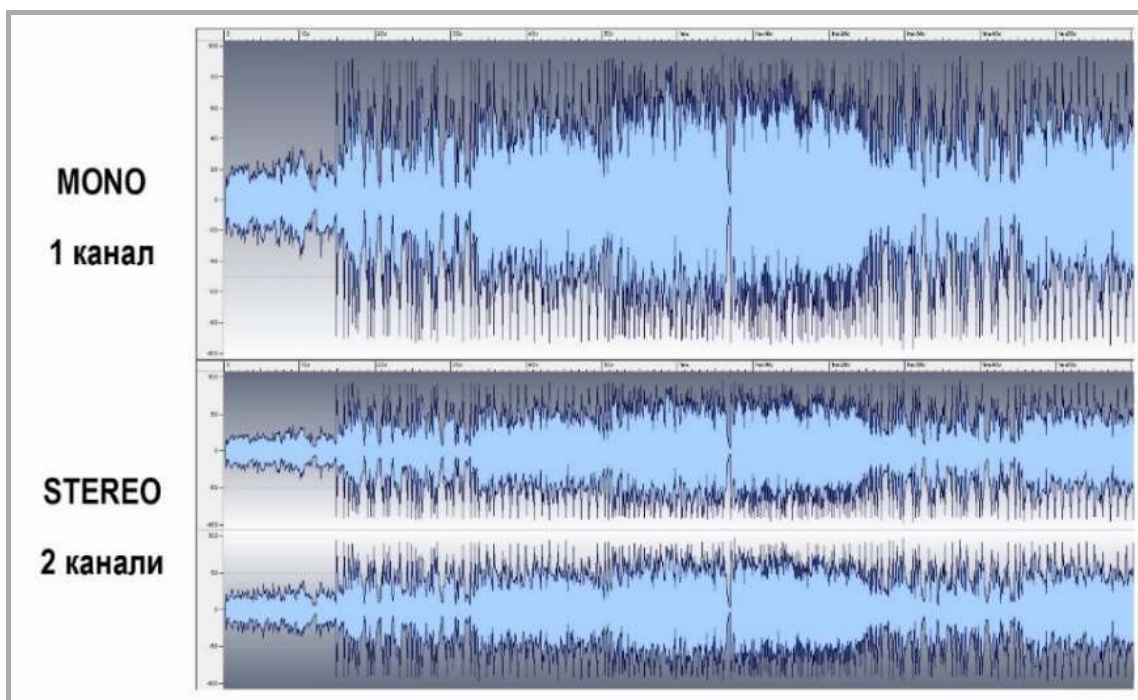
У 1990-х роках у кіновиробництві відбулась активна інтеграція систем звукового запису і відтворення під назвою **Surround** (об'ємний багатоканальний звук, який відтворюється через велику кількість гучномовців розміщених навколо слухачів кінозали, за допомогою чого забезпечується відповідна акустична атмосфера). У структурі кінотеатрів найбільш поширеними акустичними схемами такого типу стали системи звуку компанії Dolby – 5.1 та 7.1 (мал. 14), де перша цифра вказує на кількість сателітів (частин акустичної системи середнього та високого діапазонів частоти), а друга – сабвуферів (частин акус-



Мал. 14. Схеми об'ємного звуку 5.1 та 7.1

тичної системи низької частоти). Головною відмінністю Surround від квадрофонії стало використання більшої кількості звукових каналів, а також для кожного джерела звуку окремого каналу (шестиканальний, восьмиканальний звук).

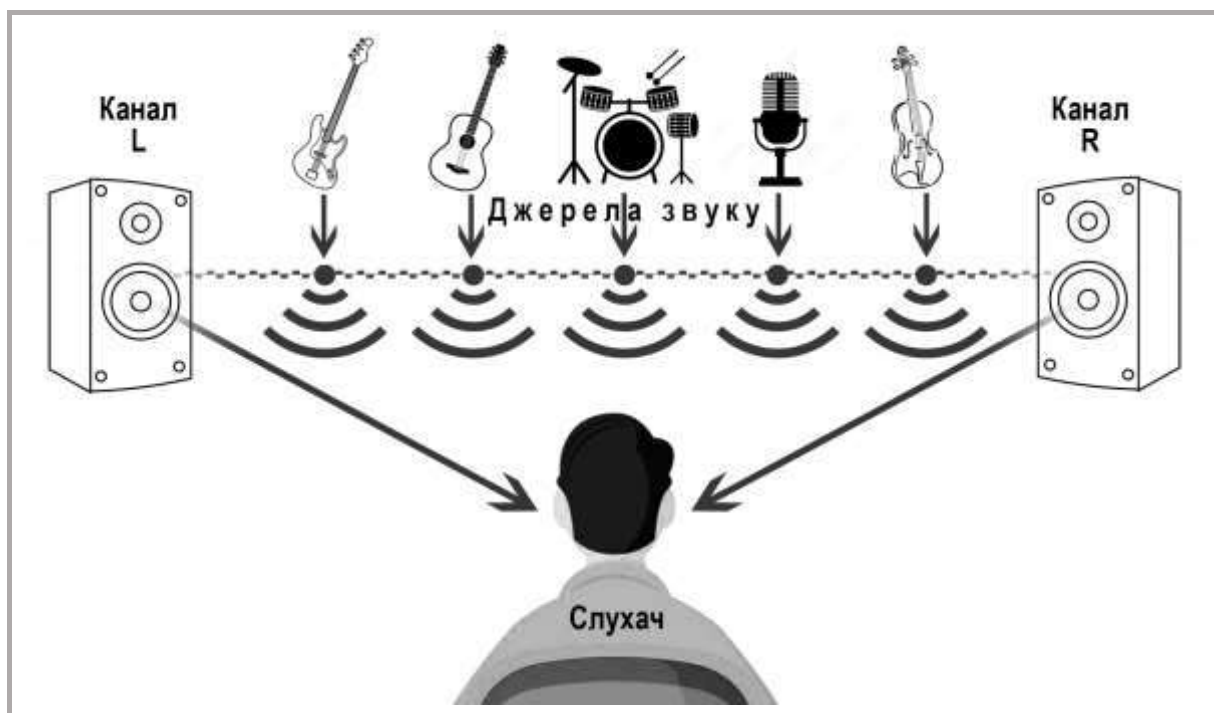
У музичній індустрії досі найбільш затребуваним залишається двоканальний стереозвук. Це виправдано з кількох причин. По-перше, виробникам акустичного обладнання з причин доступності користування та економічних затрат простіше виготовляти одноканальні та двоканальні пристрої (акустичне обладнання, студійні та портативні системи звукозапису тощо), ніж багатоканальні, а також, спираючись на природу слухового сприймання, використання більшої кількості каналів ніж два потребує спеціальних умов (спеціального акустичного приміщення, більшої кількості складного обладнання, відповідних багатоканальних записів), за яких різниця буде виправданою та помітною слухачу. Вигляд монофонічного та стереофонічного звукозапису на *мал. 15*.



Мал. 15. Одноканальний та двоканальний звукозапис

По-друге, система слуху людини побудована на бінауральній схемі (прослуховування обома вухами), що дає їй можливість отримувати інформацію з двох аналізаторів (окремих каналів), співставляти і порівнювати її у складних фізіологічних процесах головного мозку, на основі чого у свідомості людини формується єдиний просторовий акустичний образ. Якщо спростити, то відмінності сприймання звуку кожним вухом дає нам додаткову інформацію про нього. Наприклад, напрямок звуку головним

мозком визначається за різницею у часі, який проходить до його сприйняття вухом: якщо спочатку правим, а потім лівим – джерело звуку знаходиться праворуч; якщо спочатку лівим, а потім правим – джерело звуку знаходиться ліворуч; якщо одночасно – джерело звуку перед нами або позаду. Така ж диференціація може відбуватися за амплітудними та спектральними ознаками, що разом з часовою однакою дає можливість здійснити локалізацію звуку (напрямок) за горизонтальною та вертикальною віссю координат. Сприймаючи звук за частотною характеристикою, ми здатні визначити третій вимір – глибину (віддаленість). Звукове коливання, долаючи довгі відстані, не тільки зменшує силу звукового тиску (гучність), а й змінює свої частотні характеристики, пропорційно втрачаючи частину частот у високому чи низькому діапазоні, змінюючи тембральні характеристики. Поступове штучне зменшення високих частот створює відчуття віддалення джерела звуку, а поступове збільшення амплітуди низьких частот – наближення.



Мал. 16. Розміщення джерел звуку на стерео панорамі

Використовуючи такі прийоми керування аудіосигналом, звукорежисер у режимі стерео може вибудувати об'ємне звучання за допомогою панорамного розміщення джерела звуку (його просторової позиції; мал. 16) на горизонтальній лінії від лівого до правого каналу та глибину звуку, модифікуючи його частотні характеристики. Отже, використання лише двох каналів (стерео) для конструювання фінального звукового міксу суттєво не обмежує технічні та творчі можливості побудови об'ємного звучання

порівняно з багатоканальними системами (4, 6, 8 і т.д.), але значно їх розширює порівняно з одноканальними (моно), що зробило стерео своєрідною золотою серединою для всієї музичної індустрії.

Структура мікшера як основа побудови програмного забезпечення для роботи зі звуком

Одним з основних видів діяльності звукорежисера є поєднання багатьох різних звукових сигналів між собою, що називається зведенням.

Зведення (англ. *mixing* – змішування) – це процес, який розпочинається після звукозапису і передбачає створення єдиної аудіо композиції з окремих звукових потоків, що піддаються глибокому редагуванню, динамічній і частотній корекції, реставрації, обробці ефектами тощо.

Спочатку зведення не було окремим технологічним процесом, а відбувалося безпосередньо в час звукозапису або «живого» виступу. Лише з появою багатоканального звукозаписувального обладнання (у 80-тих з'явилася можливість записувати на магнітну стрічку до 8 каналів одночасно) зведення набуло перших рис сучасного постпродакшну і стало самостійним етапом створення музики, який передбачав не тільки технічне об'єднання треків проєкту, а й глибоку творчу роботу над композицією.

Незалежно від умов зведення, студійного звукозапису чи живого концерту на сцені основним інструментом звукорежисера у поєднанні різних аудіосигналів є **мікшерний пульт** (від лат. *mixus* – мішаний; англ. *mixer* – змішувач; *mixing console* – мікшерна консоль, мікшер) – електронний пристрій, призначений для сумування кількох вхідних джерел звуку в один або більше виходів, а також їх маршрутизації щодо комплексу іншого акустичного обладнання.

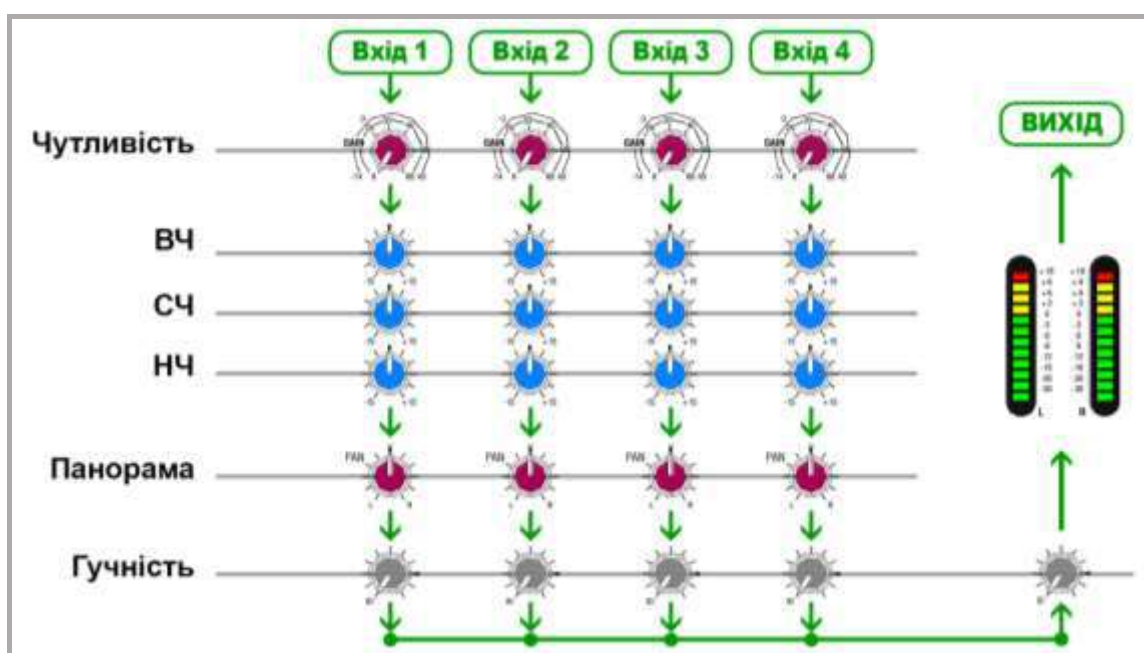
Більшість сучасних мікшерних пультів має чимало рис універсальності й дозволяє об'єднувати різні аудіосигнали в цілісну і збалансовану композицію, виконувати їх частотну корекцію та проводити над ними різні маніпуляції у реальному часі. Деякі моделі мікшерів можуть поєднуватись із додатковим обладнанням (ґейтами, еквалайзерами, компресорами, лімітерами, процесорами ефектів, звуковими підсилювачами тощо), що значно розширює творчі та технічні можливості створення якісного міксу.

Мікшерні пульти, зазвичай, використовуються у звукозаписі, зведенні та концертному акустичному звукопідсиленні, але не обійтись без мікшера і в озвученні шкільних виховних заходів, що часто перебуває в межах

компетенції саме учителя музичного мистецтва, а тому володіння таким пристроєм дає йому можливість якісно виконувати професійні обов'язки та використовувати сучасні технології у своїй роботі.

Не менш важливою причиною вивчення широкого кола акустичного обладнання, мікшерних пультів, зокрема, стало те, що з початком цифровізації сфери звукозапису більшість функцій музичного комп'ютерного програмного забезпечення була заснована саме на відтворенні принципів роботи таких аналогових пристроїв. Використання комп'ютера надзвичайно змінило музичну індустрію, велику кількість приладів та акустичного устаткування зараз можна замінити лише програмними модулями (плагінами) та алгоритмами, але для грамотного користування ними необхідно володіти їх принциповими схемами функціонування. Більшість комп'ютерних програм для роботи з багатоканальним звуком засновані на будові мікшерного пульта. Розглянемо ключові аспекти його побудови.

Фінальний мікс композиції можна порівняти з тканим полотном, де кожна нитка відповідає тому чи тому музичному інструменту, голосу, ефекту тощо. Кожна з вертикальних ниток (джерело звуку) по чергово проходить через горизонтальні (етапи обробки), видозмінюється, фарбується, а потім сплітається з іншими в унікальне звукове полотно, а тому органи управління мікшерного пульта можна розглядати як систему координат, де кожна вертикаль – це вхідний аудіо канал, а горизонталь – змінний параметр. На кожному перехресті таких вертикальних та горизонтальних ліній ми можемо побачити регулятор – орган управління, який переважно виконаний у формі потенціометра (мал. 17).



Мал. 17. Схема будови мікшерного пульта

На загальній схемі чітко видно, що вхідні сигнали до того, як будуть об'єднані і виведені через загальний вихід, поетапно проходять через регулювання чутливості, високих, середніх і низьких частот, панорами та гучності. Вихідна секція переважно передбачає один або два регулятори гучності, окремих для лівого та правого каналів, поєднаних з графічним індикатором рівня сигналу. Набір таких параметрів для вхідних та вихідних каналів, кількості вхідних та вихідних ліній, інших технічних можливостей, насамперед залежить від класу мікшерного пульта, сфери його професійного застосування та цінової категорії. Зараз на ринку мікшерних пультів виробники розробляють численні модельні лінійки, розраховані як для професійного використання, виконання специфічних завдань, відповідності жорстким технічним вимогам до їх можливостей (концертні, студійні, мобільні, для теле- і радіо-мовлення), так і для загального вжитку, що передбачає меншу кількість каналів, параметрів налаштування, нижчу якість електронних компонентів і доступнішу ціну.

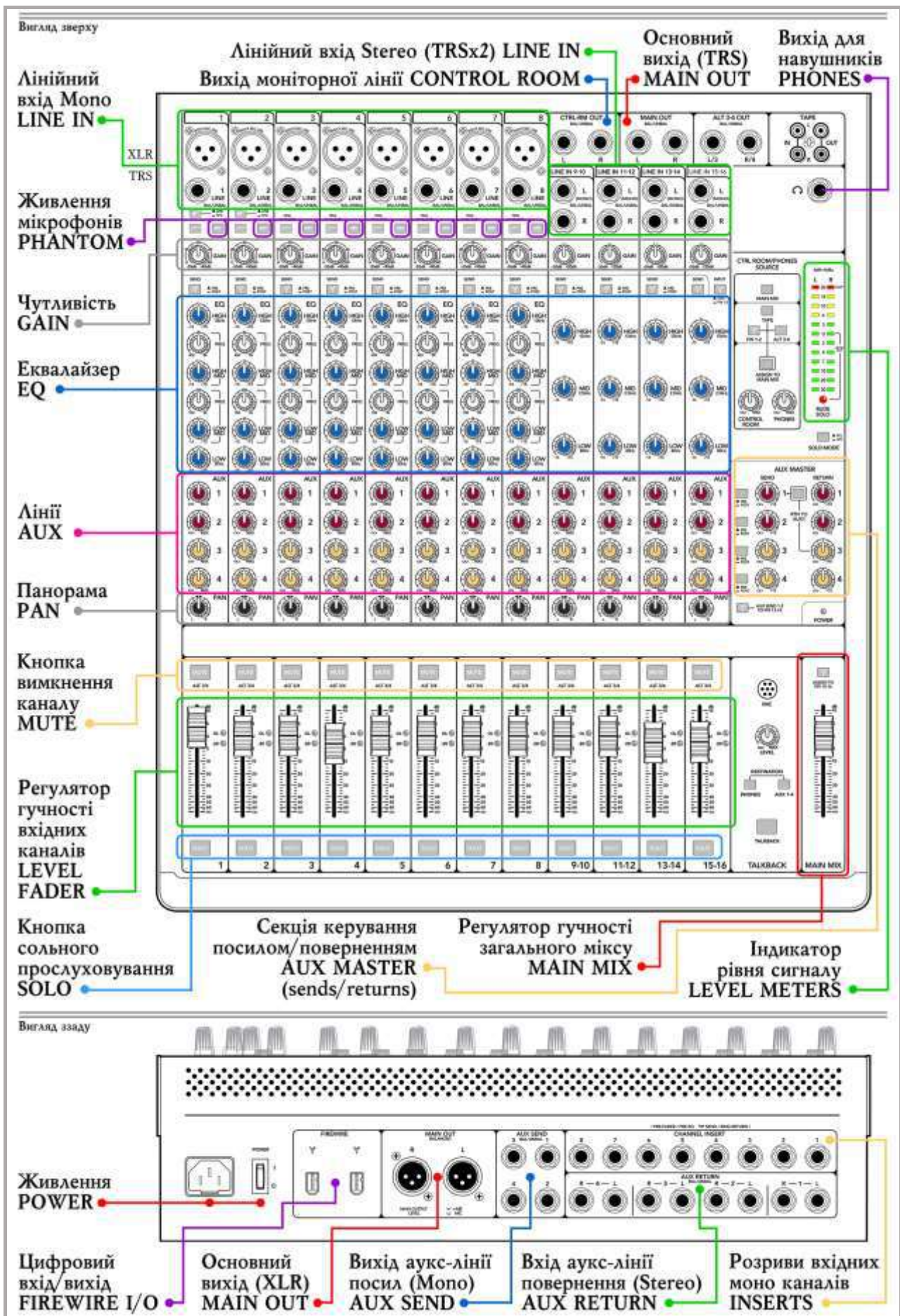
Будова типового мікшерного пульта та схеми його підключення

Розбір найбільш вживаних параметрів та технічних можливостей популярних у музичних спільнотах мікшерних пультів представлений на мал. 18.

Розглянутий мікшерний пульт може працювати з 16 вхідними каналами (*Line In*), з яких 8 моноліній виконані у формі мікрофонних входів (*XLR* та *TRS*) та 4 стерео ліній у формі здвоєного роз'єму *TRS*, а тому може забезпечити належну роботу з 12 джерелами звуку (8 моно та 4 стерео). Вхідні моно канали (1-8) обладнані додатковим живленням для студійних конденсаторних мікрофонів (*Phantom*).

Перший параметр вхідних каналів – чутливість (*Gain*) – дає можливість налаштувати оптимальну силу вхідного сигналу у діапазоні від -20 до +40 децибел (*dB*), щоб не допустити його вихід за максимально допустимі межі (*Clipping*) або занадто глибокого подавлення.

Наступний параметр – чотиризмуговий еквайзер (*EQ*) – передбачає регулювання частот (+/-15dB) у діапазонах НЧ (<80Hz), НСЧ (з вибором частоти в інтервалі 100Hz–2kHz), ВСЧ (з вибором частоти в інтервалі 400Hz–8kHz), ВЧ (12kHz<).



Мал. 18. Технічні можливості та органи управління мікшерного пульта

Нижче розміщується секція ліній *AUX*, які дозволяють відділити частину вхідного сигналу та направити його в окрему лінію. Кожна аукслінія – це окремий вихідний моноканал, що дозволяє створювати унікальний мікс джерел звуку, який може відрізнитися від основного міксу. Це може бути доцільним для конструювання незалежних моніторних ліній на великих сценах або у студії звукозапису. Іншим найбільш поширеним застосуванням ауксліній є використання різноманітних процесорів ефектів, які використовують відділений моносигнал як вхідний (*Send* – посил), опрацьовують його та повертають у мікшер уже стереосигнал (*Return* – повернення), що додається до загального міксу та керується секцією *AUX Master*. За наявності у мікшері інтегрованого процесора ефектів частина ауксліній може спрямовувати до нього сигнал вхідних каналів, а повернення реалізовується окремою лінією повернення, яка позначається *FX (Special Effects)*.

Наступний параметр – панорама (*Pan*) – дає можливість звукорежисеру зміщувати у загальному міксі окремі джерела звуку з центру в боки, формуючи їх необхідне просторове розміщення. Нижче розміщується кнопка вилучення каналу (*Mute*) з загального міксу, кнопка сольного прослуховування (*Solo*) та регулятори рівня сигналу кожного вхідного каналу (*Fader*), за допомогою яких налаштовується необхідне пропорційне поєднання джерел звуку.

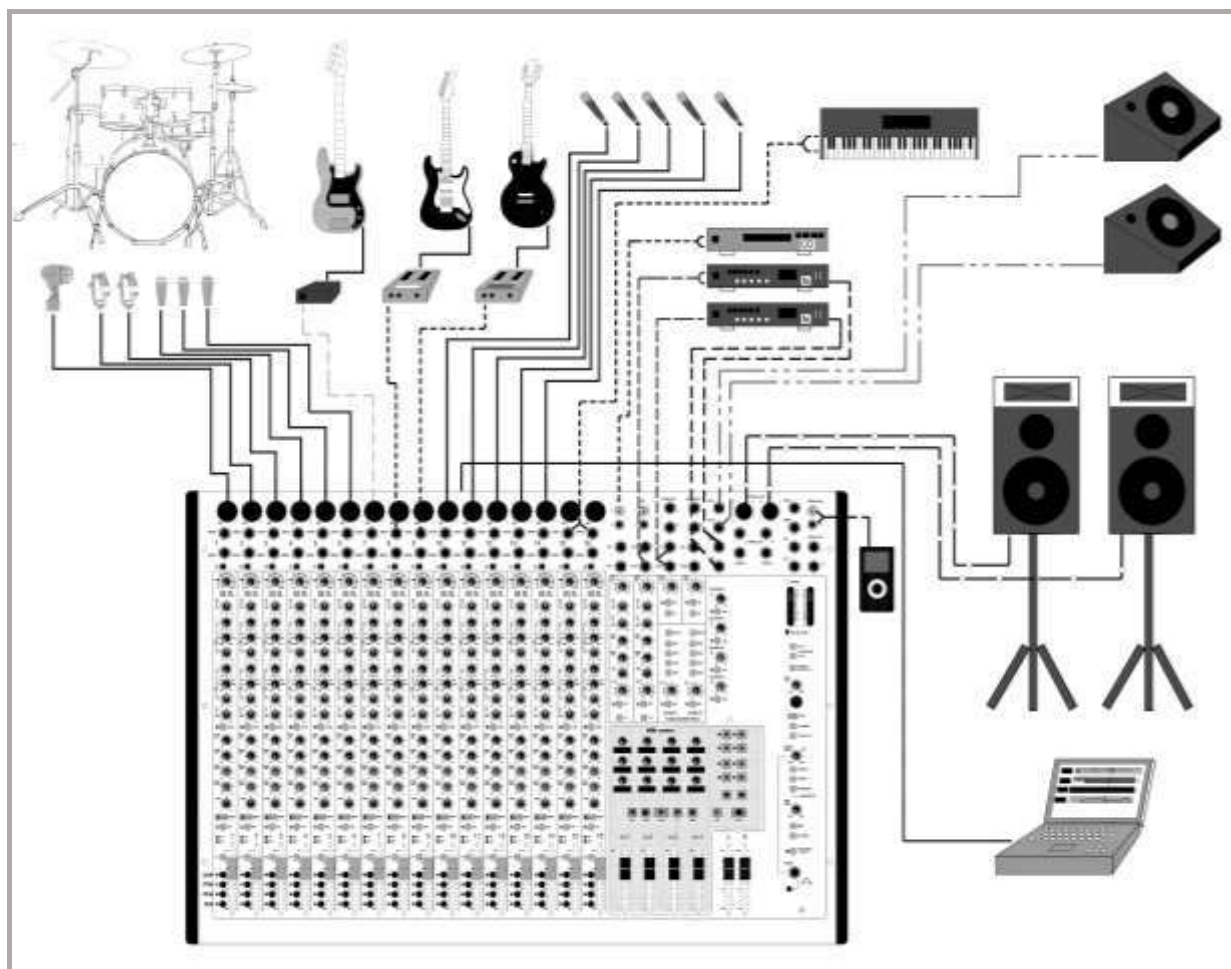
Окрім використання процесорів ефектів через аукслінію, яка, не змінюючи основного аудіосигналу, відбирає його частину для обробки спеціальними ефектами, у професійних мікшерних пультах зазвичай існує можливість використовувати додаткове акустичне обладнання, повністю пропускаючи через нього весь сигнал, який мікшер отримує від джерела звуку. До таких пристроїв належать компресори, лімітери, параметричні і динамічні еквайзери, ґейти, процесори ефектів тощо. Підключення такого обладнання реалізовується через так званий «розрив» (*Insert*) у лінії вхідного сигналу, який переважно розміщується на самому початку ланцюжка параметрів вхідного каналу перед або після секції *Gain*.

Все частіше аналогові мікшерні пульти почали отримувати можливість роботи з цифровим аудіо. Для цього виробники інтегрують у структуру мікшера модулі АЦП і ЦАП, які дозволяють відтворювати і записувати цифрове аудіо через налаштований апаратний зв'язок з комп'ютером завдяки швидкісним інтерфейсам *FireWire* або *USB*. Такі мікшери здатні виконувати роль своєрідної звукової карти комп'ютера, яка дає можливість здійснювати одночасний роздільний звукозапис багатьох джерел звуку

на окремі доріжки (треки). Проте такі мікшерні пульти ще не можна назвати повністю цифровими, адже керування аудіосигналом відбувається за допомогою тих самих аналогових механізмів управління.

У цифрових мікшерних пультах реалізовано повністю програмне керування всіма параметрами аудіосигналу, починаючи від його захоплення через апаратну частину АЦП, обробку програмними алгоритмами та ефектами, зведенням та виводом через ЦАП до звукопідсилювального акустичного обладнання. Такий мікшер дає звукорежисеру надзвичайно широкі технічні та творчі можливості безпосередньо в одному пристрої, що значно зменшує кількість необхідного додаткового спеціального обладнання та оптимізує процес звукозапису, зведення, озвучення концертів, проведення теле- і радіотрансляцій.

Найбільш прості варіанти підключення різноманітних джерел звуку до мікшера зображені на мал. 19. Схеми підключення мікшерних пультів можуть відрізнятися відповідно до їх технічних характеристик, джерел звуку, акустичного обладнання, а головне – від творчих завдань, окреслених перед звукорежисером.



Мал. 19. Схема підключення джерел звуку до мікшерного пульта

Мікшерні пульти у програмах багатоканального зведення

З початку переходу з аналогового звукозапису на цифровий за допомогою персонального комп'ютера перші взірці професійного програмного забезпечення для обробки звуку переймали принципи роботи апаратних аналогових пристроїв, а тому у розробці перших програм для роботи з багатоканальним цифровим аудіо були використані логіка та структура мікшерного пульта, які й зараз залишаються актуальними для сучасних програмних продуктів різних компаній. Серед такого програмного забезпечення такі відомі програми, як Steinberg Cubase, Cakewalk Sonar, Ableton Live, Cocos Reaper, Logic Pro (Mac OS) та ін. Використання віртуального мікшера дає можливість об'єднати велику кількість звукових доріжок з детальним налаштуванням кожної із них за параметрами набагато ширшої палітри технічних і художніх засобів, ніж це можливо в аналоговому світі.

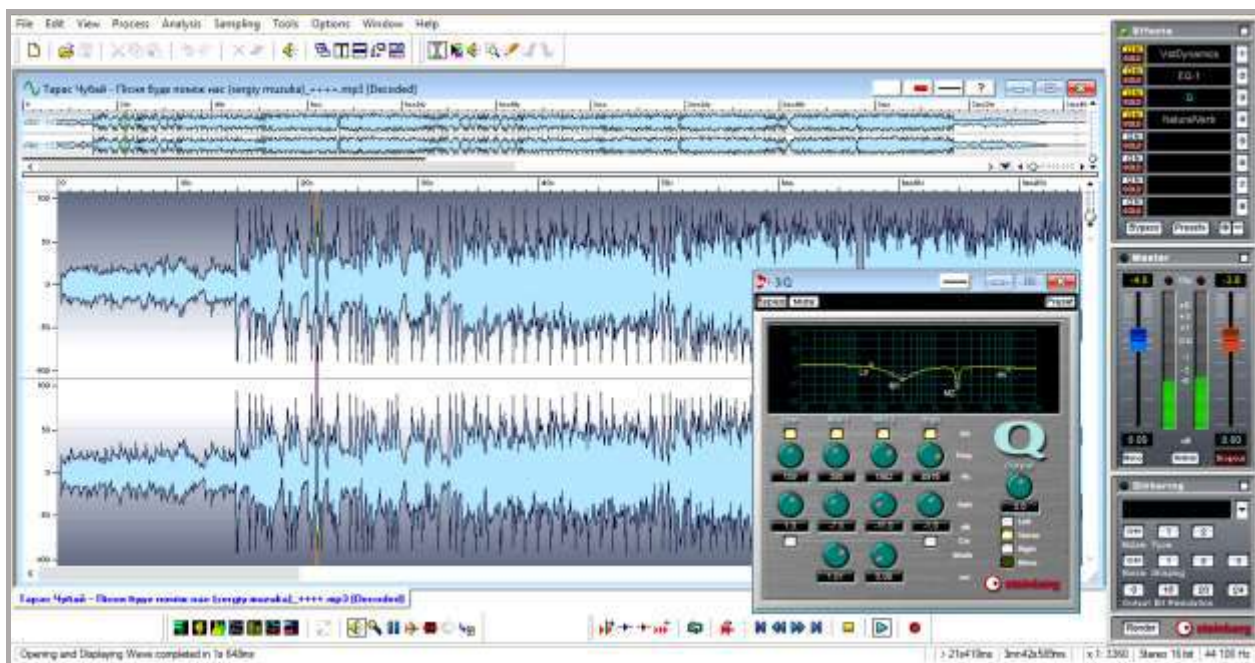
На мал. 20 програмний мікшер Steinberg Cubase Pro 12, який надає можливість швидкого доступу до основних параметрів кожної доріжки: регуляторів та індикаторів рівня сигналу, клавіш приглушення та сольного прослуховування, чотирисмугового параметричного (графічного) еквалайзера, швидкого доступу до секцій ефектів (*inserts, aux*) тощо.



Мал. 20. Програмний мікшер Steinberg Cubase Pro 12.

Розглянуті програми багатоканального зведення включають в себе секвенсери та дозволяють працювати у форматі MIDI, а тому можуть розглядатися як універсальний інструмент для звукового простородакшну, так і повноцінна робоча станція для створення та написання музики, що передбачає використання віртуальних синтезаторів та семплерів.

Водночас не менш функціональними інструментами для редагування аудіофайлів володіють програми, які дозволяють працювати з однопотокowymi (моно або стерео) звукозаписами. Серед найперших таких програмних рішень Steinberg Wave Lab, Sound Forge Pro та Adobe Audition, які стали найбільш популярними у користувачів, котрі потребують швидких операцій з готовими аудіозаписами, зміною гучності, тривалості, частоти, формату тощо, але які також можуть працювати з багатьма програмними модулями для аудіоматеріалу, доступними у мультитрекових програмах. Приклад інтерфейсу програми Steinberg Wave Lab для роботи над одним звуковим файлом на мал. 21. Як видно з малюнка, у програмі збережена розглянута вище логіка компонування параметрів для моно- та стереоканальних звукових файлів, доступні плаґіни, які відтворюють принципи апаратних аналогових пристроїв та дозволяють проводити глибоку корекцію аудіо матеріалу.



Мал. 21. Інтерфейс програми Steinberg Wave Lab

Вплив універсалізму на ринку програмного забезпечення призвів до того, що нові покоління таких програм, як Steinberg Wave Lab та Adobe Audition, уже дозволяють працювати у проєктах з багатьма звуковими доріжками, але їх головною відмінністю від програм для створення музи-

ки (Cubase, Sonar, Ableton, Reaper та ін.) стала відсутність підтримки протоколу MIDI, і тому вони можуть позиціонуватися лише як програми для звукозапису і постпродакшину.

Хоч ми не можемо розглянути все різноманіття програмного забезпечення у галузі цифрового звуку, далі ми обов'язково зупинимося на найбільш поширених практичних прийомах роботи у відібраних комп'ютерних програмах, які за логікою дій можна виконати також за допомогою будь-якого іншого подібного софту. Більшість такого програмного забезпечення не орієнтоване на українську локалізацію, а тому поширюється з англійською мовою інтерфейсу, що для початківців складає певні труднощі. Наведений у додатках короткий словник іншомовних термінів суттєво спростить вивчення запропонованих комп'ютерних програм, необхідних майбутнім учителям музичного мистецтва у їх педагогічній і творчій діяльності.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Що таке «моно» та «стерео» у галузі звукової інженерії? Які паралелі можна провести зі сприйняттям звуку людиною?*
- 2. Які вам відомі системи багатоканального звуку? У якій індустрії вони переважно застосовуються?*
- 3. Як називається пристрій для зведення різних джерел звуку?*
- 4. Які основні складові мікшерного пульта? Охарактеризуйте процес управління звуком.*
- 5. Які є види мікшерних пультів? Якими основними складовими компонентами вони відрізняються?*

Література: 4, 12, 13, 15, 17, 19, 23, 29, 41, 54.



1.6. ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ З АУДІОФАЙЛАМИ

У роботі зі звуковою інформацією велика частка доступного програмного забезпечення орієнтована на звукозапис та редагування аудіофайлів і складає окремий клас комп'ютерних програм – звукові редактори. Характерною їх особливістю є логіка побудови, яка відповідає технологічним та апаратним процесам роботи з аналоговим аудіосигналом, але відбувається у цифровій формі. Якщо у роботі з аналоговим звуком ми працюємо зі звуковою хвилею, відтвореною у вигляді електричного сигналу, то звукові редактори дозволяють працювати з її цифровим відтворенням у формі двійкового коду (послідовністю чисел), де всі трансформації звукового сигналу відбуваються не завдяки проходженню через послідовність електричних пристроїв, а через велику кількість математичних розрахунків та алгоритмізованих дій, які можуть досягати сотні тисяч операцій і які звичайний користувач не здатний досягнути. З іншого боку, в цьому немає потреби, бо завдяки конкретним програмним командам більша їх частина виконується автоматизовано, що дає можливість користувачу зосередитись на отриманні бажаного результату у перетворенні звуку через виконання стандартизованих дій, які можна застосувати до нього з використанням різного програмного забезпечення. У цьому розділі ми зосередимо увагу на основних операціях з аудіофайлами, найбільш затребуваними у практичній роботі майбутніх учителів музичного мистецтва та які можна виконати за допомогою більшості сучасних аудіоредакторів, зокрема популярних комп'ютерних програм Audition, Sound Forge, Pro Tools, Wave Lab та ін. Звертаємо вашу увагу на те, що відмінності у виконанні таких дій за допомогою різних аудіоредакторів переважно стосуються будови інтерфейсу, а характеристики, назви параметрів та інша термінологія англійською мовою спільна для всіх програм такого типу.

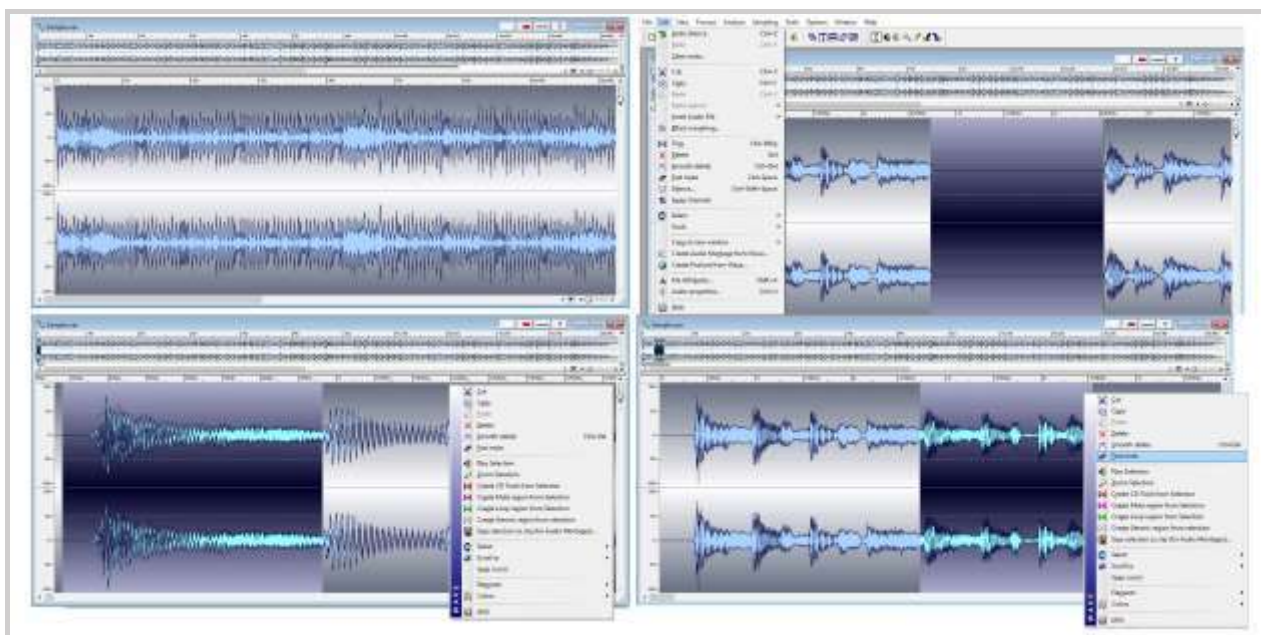
Весь комплекс основних операцій над аудіофайлами можна умовно розподілити на такі основні групи:

- монтаж аудіоматеріалу;

- операції над амплітудними параметрами;
- операції над частотними параметрами;
- інші операції комбінованого характеру.

Монтаж аудіоматеріалу

Монтаж звукового матеріалу проводиться у звичній системі координат, де вертикаль – це гучність (амплітуда), а горизонталь – тривалість, час (частота). Лінія часу (*Time Line*) віддзеркалює розвиток музичного матеріалу у часі та може змінюватися щодо довжини обраного відрізка – як укрупнюватися, так і деталізуватися (години, хвилини, секунди, мілісекунди). Це дає можливість детально переглядати зміни частоти та амплітуди і проводити операції з окремими частинами матеріалу (мал. 22). Для цього достатньо навести курсор та виділити потрібний фрагмент, затиснувши ліву клавішу миші. Правий клік на виділеному фрагменті виводить контекстне меню, яке дозволяє вирізати, вставити чи скопіювати обраний матеріал. Більше операцій для обраного фрагменту можна знайти у програмному меню – редагування (*Edit*). У цій вкладці доступні інструменти відміни (*Undo*) та повторення (*Redo*) дій, копіювання (*Copy*), вирізування (*Cut*), вставки (*Paste*), видалення (*Delete*), обрізування початку і кінця звукового файлу (*Trim*), видалення з мікшуванням (*Smooth delete*), швидке приглушення сигналу (*Fast mute*), зміна каналів (*Swap channels*) та інші функції (мал. 22).



Мал. 22. Операції над звуковими файлами у Wave Lab

Операції над амплітудними параметрами

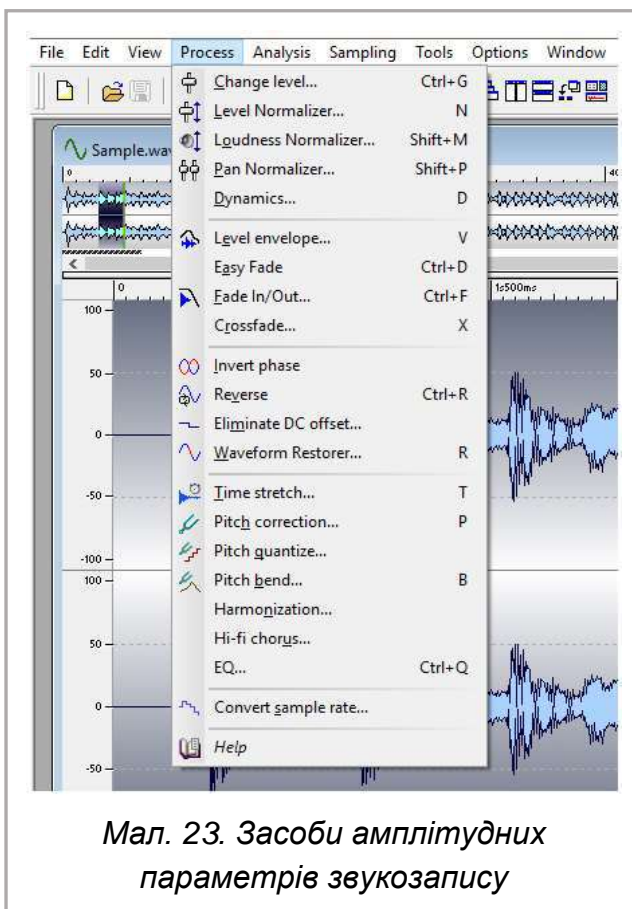
Операції над амплітудними параметрами звукозапису проводяться шляхом повного або часткового виділення бажаного фрагменту та обрання відповідної функції у пункті меню – обробка (*Process*). Серед основних засобів зміни амплітудних параметрів звукового коливання у програмі Wave Lab (мал. 23) можемо виділити інструменти зміни чутливості (*Gain*), нормалізації (*Normalizer*), плавної зміни гучності (*Fade In; Fade Out*) та динамічної обробки (*Dynamics*).

Інструмент *Level normalizer* (*Gain*) дозволяє змінити гучність (амплітуду) відтворення звукозапису на задану кількість децибел

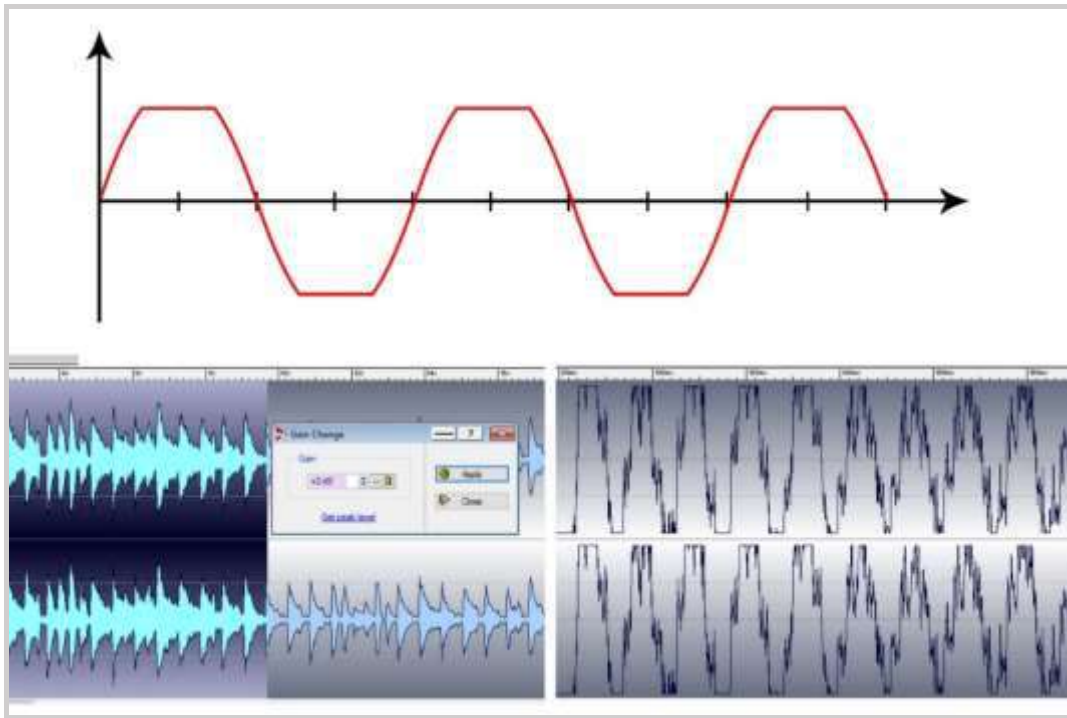
(*dB*). За користування цим інструментом варто бути уважним та не перевищувати допустимий максимальний рівень сигналу, адже використання умовної шкали гучності в аудіоредакторах від найтихішого -96 dB до найголоснішого 0 dB чітко визначає межі амплітуди звуку. Перетнувши межу у 0 dB, звукова хвиля відсікається, що спотворює її форму (мал. 24). Це явище називається кліппінгом (від англ. *clipping* – відрізати, відсікати).

Для підвищення гучності без ризику перейти за допустимий рівень застосовують інструмент нормалізації (*Normalizer*), який аналізує заданий уривок або весь трек, визначає точку найвищої амплітуди (найгучніший звук, пік) та піднімає загальний рівень композиції, доки ця точка наблизиться до заданого значення, яке можна обрати від найгучнішого 0 dB та найтихішого -60 dB (мал. 25).

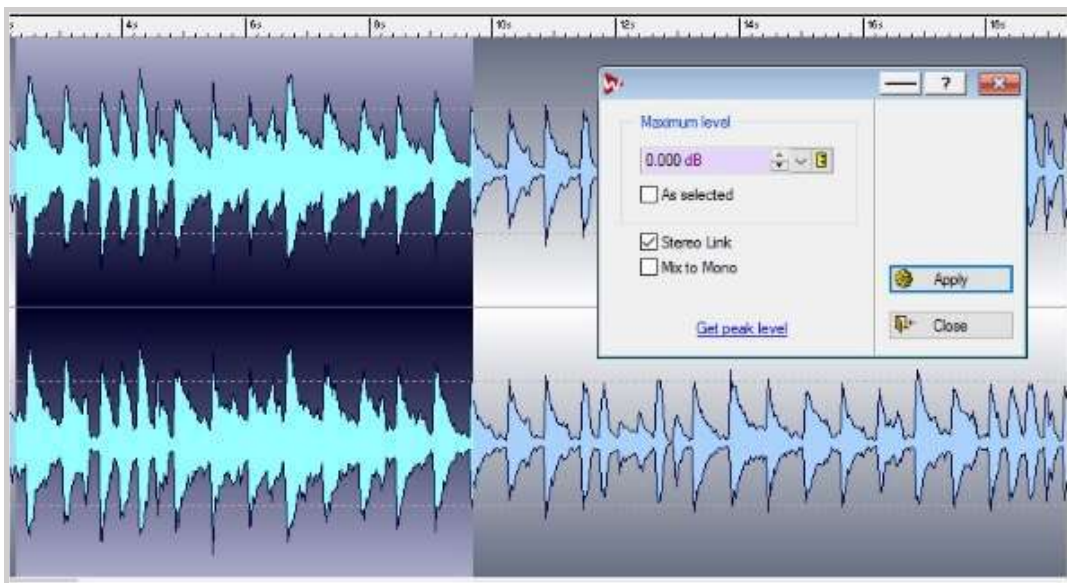
Нормалізувати можна окремі епізоди диференційовано для кожного фрагмента, зокрема різні за гучністю вершини, але автоматизовано за допомогою інструмента *Loudness Normalizer*. Інший спосіб нормалізації – поканалъне вирівнювання сили звучання – *Pan Normalizer*, яке дозволяє змінювати амплітуду звукозапису в межах лівого та правого каналів незалежно один від одного.



Мал. 23. Засоби амплітудних параметрів звукозапису



Мал. 24. Спотворення звукової хвилі внаслідок перевищення рівня сигналу



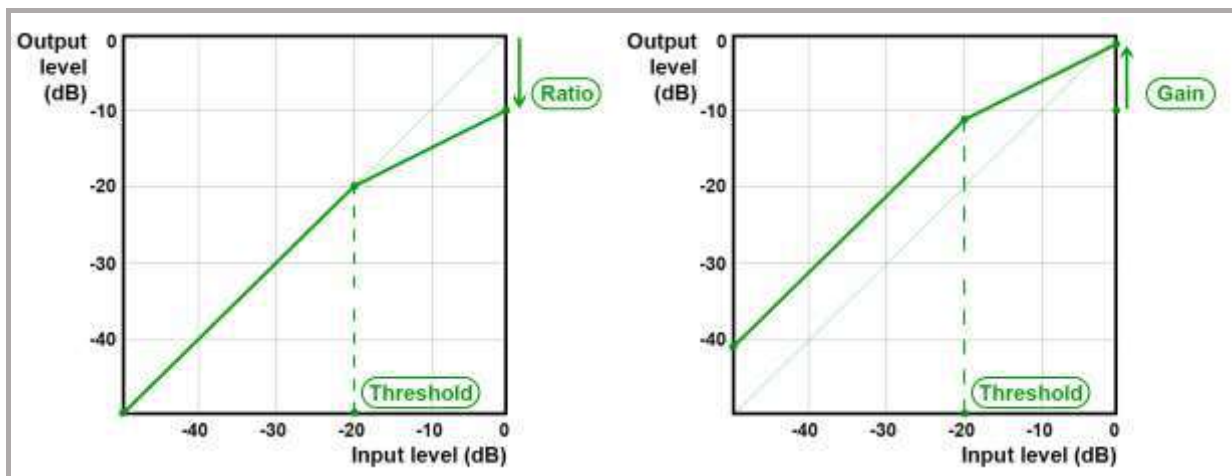
Мал. 25. Інструмент нормалізації рівня гучності

Для плавної зміни гучності звукозапису більшість аудіоредакторів мають такі інструменти, як *Fade In* (для початку звучання) та *Fade Out* (для закінчення звучання). Інструмент *Fade In* на заданому фрагменті звукозапису плавно змінює рівень амплітуди запису з найтихішого до вихідного рівня (поява), а *Fade Out* – від вихідного до найтихішого (затухання) (мал. 26). На цих інструментах є додаткові параметри, які дозволяють вибрати позицію медіанної точки середнього звучання (у %) та глибину зміни гучності (dB).



Мал. 26. Застосування інструментів *Fade In* та *Fade Out*

Одним із найскладніших амплітудних інструментів є динамічна обробка, яка дозволяє проводити окрему корекцію різних за гучністю звуків і за рахунок чого змінювати динамічний діапазон (різниця між найтихішим та найголоснішим звуком) звукового сигналу. Одночасне послаблення звучання гучних звуків і підсилення тихих називається *компресією*. В аналоговому світі таку дію на аудіосигнал виконує окремий пристрій динамічної обробки – *компресор*. Схематично робота компресора представлена на мал. 27 у формі графіка, де по горизонталі зображена шкала вхідного сигналу, а по вертикалі – вихідного.

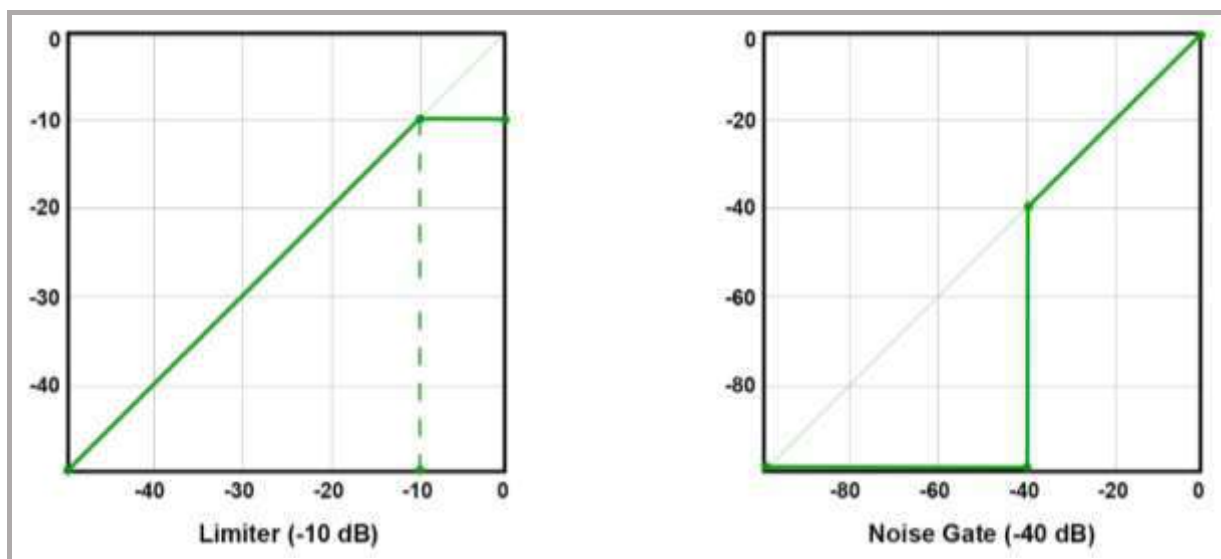


Мал. 27. Схема роботи компресора

За ступінь компресії звукового сигналу відповідають такі параметри: пороговий рівень гучності (*Threshold*), після якого відбувається компресія (-20 dB); коефіцієнт співвідношення (*Ratio*) між силою стискання і нестисненим сигналом (2.0:1); відновлення загального рівня гучності (*Gain*) після стискання. Як видно з першого графіка на мал. 27, до всіх звуків, голосніших за -20 dB, буде застосовуватися компресія з силою 2:1, яка послабить їх рівень гучності вдвічі. На цьому етапі звуки, тихіші за -20 dB, залишаються без змін, а тому ми спостерігатимемо зменшення динаміч-

ного діапазону композиції та відчутне загальне зниження гучності аудіосигналу. Повернути гучність можна за допомогою параметра чутливості компресора, що показано на другому графіку (мал. 27). У випадку збільшення параметра *Gain* на +10 dB, усі гучні звуки, вище -20 dB, звучатимуть з попередньою гучністю, а звуки, тихіші за -20 dB, звучатимуть голосніше, але зменшений динамічний діапазон (різниця між найтихішими та найголоснішими звуками) залишиться без змін. Інші параметри компресора стосуються його швидкості спрацьовування (*Attack*) та часу роботи (*Release*). Обидва ці параметри вимірюються у мілісекундах.

У роботі зі звукозаписами компресор використовується для більш плавного і рівного звучання. Існує чимало різновидів компресорів, серед них багатосмугові, які дозволяють працювати з динамічним діапазоном окремих частотних смуг. Особливим видом компресора є **лімітер** (англ. *limiter* – обмежувач) – пристрій, який жорстко обмежує рівень вихідного сигналу на визначеному порозі (*Threshold*) з максимальним коефіцієнтом стиснення, що дозволяє привести більшу частину звуків до однакового рівня гучності, досягти їх детального звучання та максимальної гучності композиції без перевантаження і виходу за рівень 0 децибел. Принцип роботи лімітера віддзеркалений на першому графіку (мал. 28), за яким поріг обмеження рівня сигналу встановлений на -10 dB. Протилежним до лімітера за принципом роботи є пристрій **експандер**, який використовується для розширення динамічного діапазону (гучні звуки стають сильнішими, тихі звуки – слабшими), але у практиці роботи зі звуком застосовується не часто.



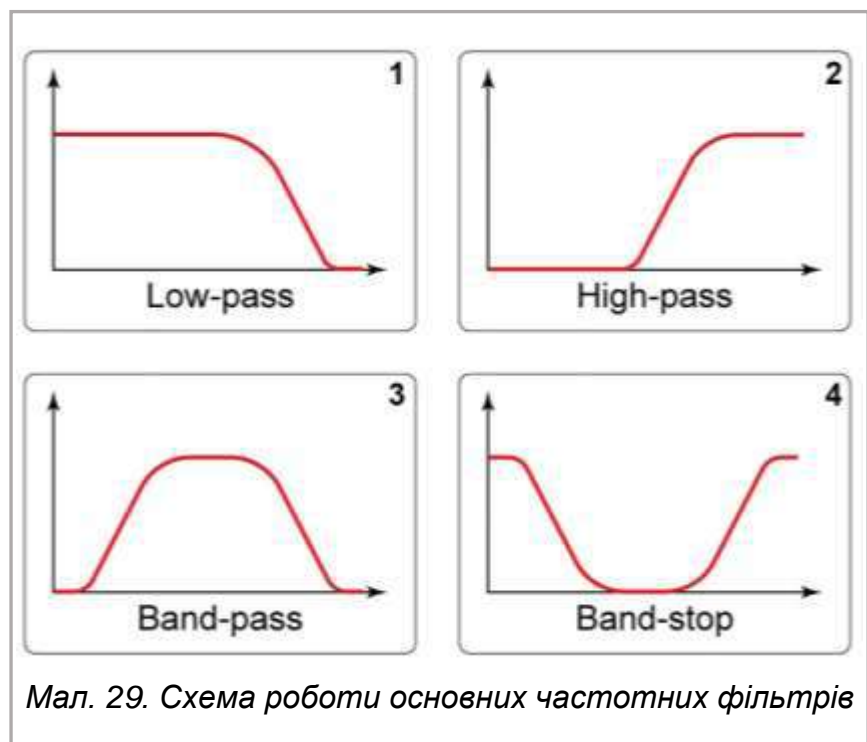
Мал. 28. Принципи функціонування лімітера та нойз-гейта

Надмірна компресія звукового сигналу з подальшим підняттям чутливості, зазвичай, призводить до таких небажаних проявів як шум, пара-

зитних звуків та артефактів. Це пов'язано як з недосконалістю звукозапису (перетворення звукового коливання у електричний струм), так і процесами дискредитації та квантування за перетворення аналогового сигналу в цифровий. Шум менш чутний за умови прослуховування з незмінним динамічним діапазоном, але в процесі компресії тихі звуки разом з шумом звучать помітніше. Розв'язати цю проблему частково можна за допомогою інструмента **нойз-гейт** (англ. *Noise Gate* – шумовий бар'єр). На другому графіку (мал. 28) зображений принцип роботи нойз-гейт. За визначеного порогу у -40 dB (*Threshold*) аудіосигнал проходитиме лише за умови, якщо його рівень вищий за це значення. Відтак, якщо рівень сигналу нижчий за -40 dB , відбувається максимальне до безкінечності ($-\infty$) зменшення гучності сигналу. Такий алгоритм дає можливість вирізати шум та небажані тихі звуки у проміжках між належним звуковим матеріалом. Для правки використовуються додаткові параметри: параметр атаки (*Attack, ms*) для визначення швидкості спрацьовування, параметр утримання (*Hold, ms*), параметр звільнення сигналу (*Release, ms*). Окремі пристрої нойз-гейт або їх програмні емуляції дозволяють також обирати бажаний частотний діапазон (*Trigger Frequency Range*), який слугуватиме зоною керування спрацьовуванням.

Операції над частотними параметрами

Операції над частотними параметрами звукозапису проводяться за допомогою фільтрів, які допомагають змінити форму звукової хвилі, а в наслідку впливати на тембр звучання джерела звуку. Основним параметром будь-якого фільтру є **амплітудно-частотна характеристика (АЧХ)**, яка визначає характер та



Мал. 29. Схема роботи основних частотних фільтрів

діапазон його дії. Розрізняють чотири основні види звукових фільтрів,

схематично представлені на мал. 29, де вертикаль – це амплітуда, а горизонталь – частота:

1) низькочастотний фільтр (*Low-pass*) пропускає низькі частоти та обмежує високі;

2) високочастотний фільтр (*Hi-pass*) пропускає високі частоти та обмежує низькі;

3) смуговий фільтр (*Band-pass; Notch*) пропускає частоти, які лежать у заданому діапазоні, але затримує частоти, які знаходяться вище та нижче цього діапазону;

4) рожекторний фільтр (*Band-stop*) затримує (зрізає) частоти, які лежать у заданому діапазоні, але пропускає частоти, які знаходяться вище та нижче цього діапазону.

Раніше частотні фільтри використовували окремо як пасивні акустичні компоненти аудіосистеми. Поєднання різних фільтрів в одному пристрої призвело до появи **еквалайзера** – системи керування амплітудно-частотною характеристикою звукового сигналу. Процес зміни АЧХ звукового сигналу за допомогою цього пристрою називається **еквалізацією**, яка власне означає «вирівнювати» (англ. *make equal*). Під вирівнюванням слід розуміти процес зміни частотних характеристик різних звукових сигналів, приглушення або посилення їх окремих частот для вдалого поєднання цих сигналів між собою в єдиному збалансованому аудіопотоці. Основні завдання еквалізації полягають у: корекції АЧХ аудіосигналів, які викривляються у результаті аналогових перетворень, недосконалості обладнання та акустичних недоліків приміщення звукозапису; видаленні шкідливих частот звукового сигналу та резонансів; подоланні частотних конфліктів у процесі зведення (міксу) композиції; художній еквалізації, яка полягає у зміні тембральних характеристик джерела звуку. При зведенні, змінюючи частотні характеристики різних джерел звуку та баланс між лівим і правим каналом (стерео), звукорежисер може працювати з їх просторовим розміщенням, більш близькими та віддаленими планами, поєднувати їх між собою у такий спосіб, щоб слухач міг отримати відчуття збалансованого ансамблевого звучання у класичному концертному розміщенні на сцені або інших нестандартних чи віртуальних розміщеннях, що сукупно забезпечить об'ємність звучання.

Професійні еквалайзери дозволяють тонко налаштовувати частотні параметри фільтрів: частоту зрізу (*Frequency, Hz – kHz*), ширину смуги (*Bandwidth*), крутизну зрізу (*Slope*), ступінь підсилення або ослаблення

(Gain, dB) тощо. З часів створення еквалайзерів (30-ті роки) до сьогодні, найбільшого поширення зазнали два їх основні види – параметричні та графічні, на їх основі виготовляється більшість сучасних цифрових еквалайзерів у форматі програмних модулів. На мал. 30 представлений цифровий варіант параметричного еквалайзера, який відтворює роботу оригінального аналогового апаратного пристрою.



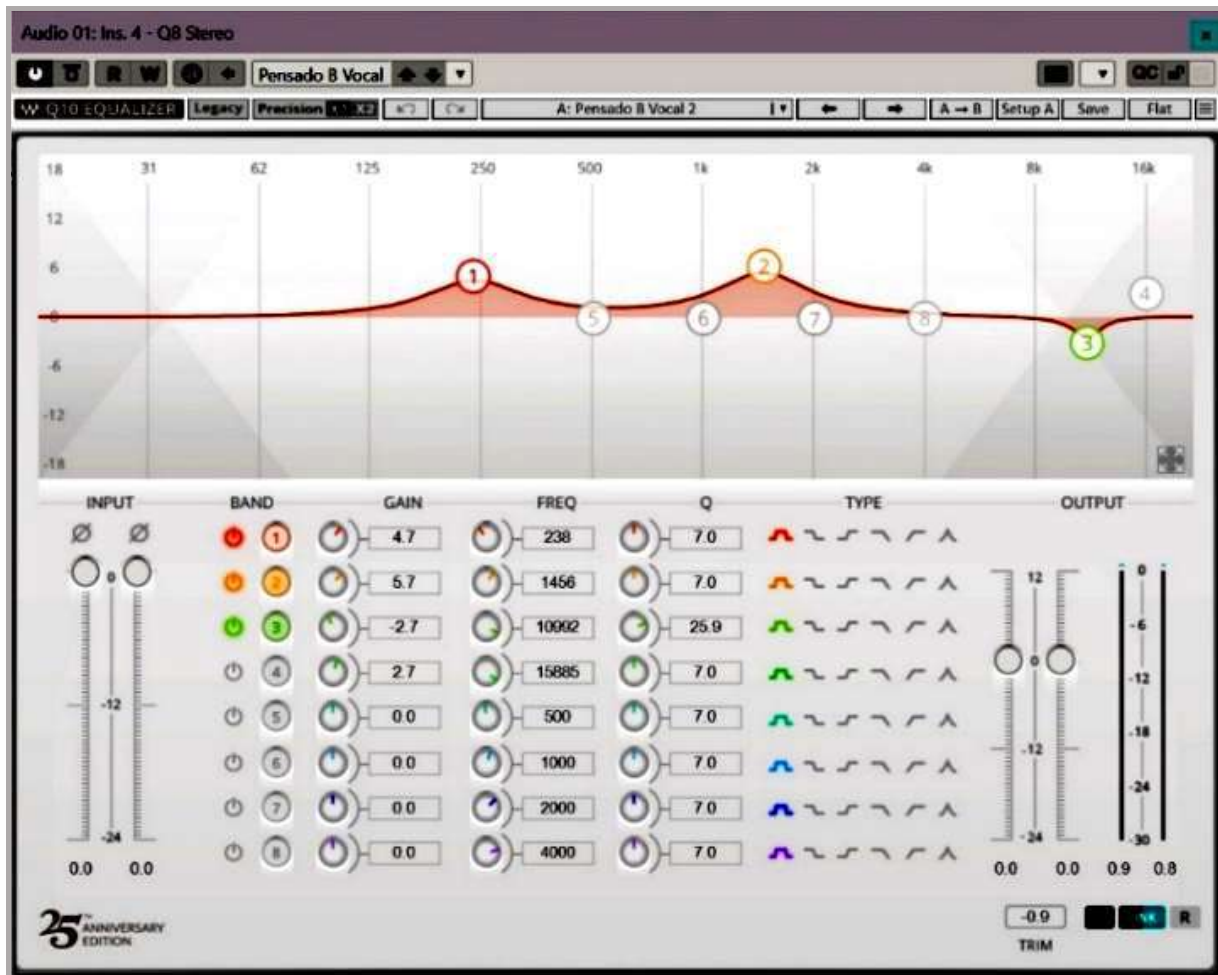
Мал. 30. Параметричний еквалайзер
(програмне відтворення аналогового пристрою)

Широкого застосування у роботі з аналоговим звуком набули графічні еквалайзери, які дозволяли проводити більш точну еквалізацію аудіосигналу (мал. 31). На їх основі побудовано багато комп'ютерних застосунків для еквалізації, які, використовуючи логіку розподілу частотних діапазонів на велику кількість коротких відрізків, еволюціонували до функціональних та інтуїтивно зрозумілих програмних модулів.



Мал. 31. Цифровий графічний еквалайзер (заснований на принципах роботи двоканального тридцятисмугового аналогового пристрою)

Більшість сучасних цифрових програмних еквайзерів виконується у формі **плагінів** (англ. *plug-in* – підключати) – додатків, незалежно скомпільованих програмних модулів, що можуть підключатися до різних програм обробки звуку або працювати самостійно. Такі додатки поєднують можливості як параметричних, так і графічних еквайзерів та можуть класифікуватися як комбіновані (параграфічні) (мал. 32).



Мал. 32. Комбінований програмний еквайзер, який поєднує параметричні та графічні функції

Цифрові віртуальні еквайзери мають низку унікальних функцій, недоступних у їх аналогових версій. Насамперед це стосується можливості додавати велику кількість фільтрів різного типу і змінювати їх налаштування незалежно один від одного, а також таких корисних функцій, як можливість стежити у реальному часі за спектральними змінами у звуковому сигналі (англ. *Real-Time Analyzer, RTA*), локалізувати та приховувати резонанси, виправляти фазові аберації, проводити динамічну еквалізацію тощо. На мал. 33 представлений програмний еквайзер Voxengo CurveEQ, який поєднує графічні функції з деякими параметричними засобами та спектральним аналізатором, що працює у реальному часі.



Мал. 33. Програмний еквайзер Voxengo CurveEQ

Операції комбінованого характеру. Ефекти

Операцій комбінованого характеру стосуються програмні інструменти, які дозволяють одночасно впливати на частотні та амплітудні характеристики аудіосигналу. Серед великої кількості та різноманітності таких програмних засобів можна виділити окремі групи:

- засоби обробки ефектами;
- інструменти зі зміни швидкості відтворення звукозапису;
- інструменти зі зміни тональності (транспозиції) аудіоматеріалу;
- інші програмні додатки.

Найбільш вживані спеціальні ефекти у роботі зі звуком побудовані на принципі затримування звукового сигналу з його повторним багаторазовим накладанням на першоджерело (початковий сигнал). Інтенсивність такого накладання, тривалість затримки і кількість повторних проведень визначають характер звукового ефекту, зокрема відлуння, реверберації, фленжера, фейзера, хоруса, вібрата та ін.

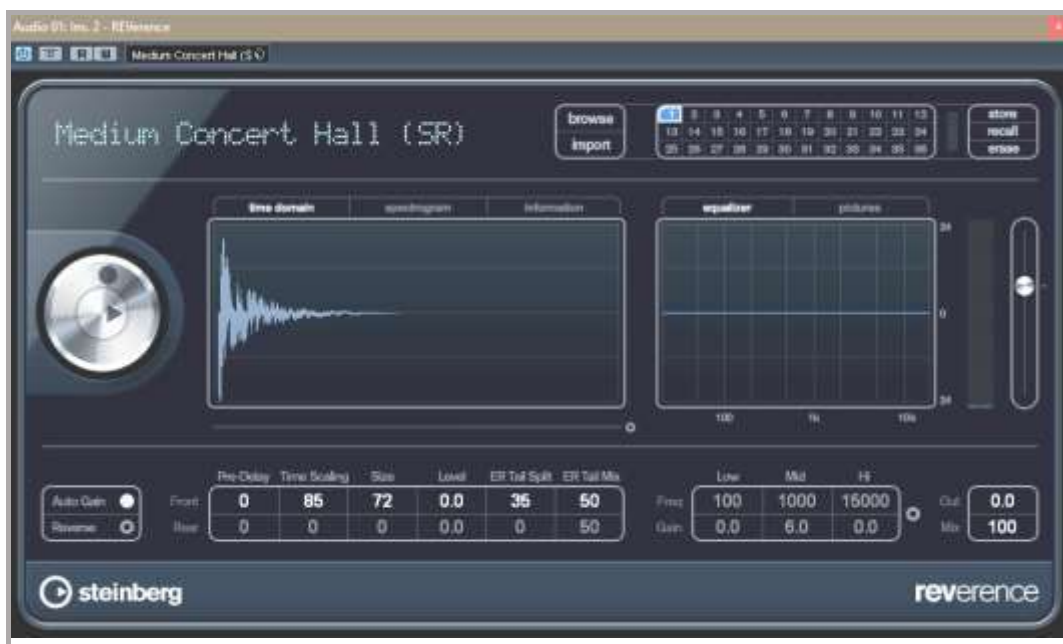
Ефект **відлуння** (англ. **echo**) побудований на затримці одного або кількох звукових сигналів, які додаються до основного з інтервалом від 100 мс і більше. Ефект створює звукові відчуття значного простору, подібного до гірської місцевості, каньйону тощо. Програмний модуль *Echo* у програмі *Wave Lab* (мал. 34) дозволяє гнучко налаштувати параметри ефекту: встановити час (*ms*) затримки (англ.



Мал. 34. Ефект Echo

delay – ділей) основної (1) та додаткової (2) лінії повторення; інтенсивність (%) повторення (англ. *feedback* – повернення); зв'язування ліній повторення 1 і 2 (*Link 1-2*); баланс між лініями (*delay 1 i 2*); загальний стереобаланс і гучність ефекту (*Vol. Left* та *Vol. Right*).

Ефект **реверберації** (*reverb*) відтворює залишкове звучання у певному приміщенні і утворюється внаслідок багатократного відбиття звуку від поверхонь та його одночасного поглинання ними, що призводить до поступового згасання.



Мал. 35. Ефект Reverb

Залежно від основної комп'ютерної програми цей ефект може налаштовуватись за такими параметрами (мал. 35): за часом затримки реверберації (*pre-delay, ms*), за розміром кімнати (*size, 1-50*), за часом згасання (*decay, ms*), за швидкістю затухання високих та низьких частот (*damping, %*), за співвідношенням між оригінальним та обробленим сигналом (*dry/wet* або *mix, %*). Часто цей ефект може включати параметри частотної корекції відлуння (*HPF* і *LPF*), його розмитості та щільності (*diffusion* та *density*) тощо. Реверберація – засіб художньої обробки аудіо-сигналу, який дозволяє помістити джерело звуку у певне віртуальне приміщення (концертний зал, стадіон, кімнату, церкву тощо) та налаштувати його відповідно до художнього задуму звукорежисера.

Ефект **фленжера** (англ. *flanger* – *кромка*) започаткований ще у період аналогової обробки звуку, який полягає у поєднанні двох ідентичних записів з незначним змінним у часі відставанням одного від іншого на рівні 5-20 мс. Зараз ефект застосовується у цифровій обробці, а раніше для його втілення використовувалось два програвачі, на одному з яких оператор ставив палець на край диска (*flange*) і сповільнював його, що відбувалось з нефіксованою швидкістю і створювало відповідний акустичний ефект. Більшою мірою фленжер впливає на тембр джерела звуку, робить його то густішим, то більш розсіяним та створює відчуття пливучості за рахунок фазових та частотних зсувів. Головними параметрами у цьому ефекті є затримка (*delay, ms*) і швидкість (*rate*), а додатковими – діапазон (*Lo/Hi range*), фільтр (*Lo/Hi*), повернення (*feedback*), простір (*spatial*), змішування (*mix*), форма хвилі тощо (мал. 36).



Мал. 36. Ефекти Flanger, Phaser і Chorus

Ефект **фейзера** (англ. *phaser*), подібний за своїм принципом дії до фленжера, але пов'язаний з фазовими зсувами на дуже коротких часових проміжках біля 5 мс, який важко контролювати на аналоговій апаратурі, а тому він більш поширений у роботі з цифровим аудіо. Налаштува-

ти фейзер можна за такими параметрами: швидкість (*rate*), повернення (*feedback*), простір (*spatial*), змішування (*mix*), фільтр (*Lo/Hi*). Використовується для «синтенізації» та «електронізації» натуральних звуків – музичних інструментів, перкусій, людського голосу. Голос, оброблений фейзером, звучить неприродно, схожий на голос робота, проте цей ефект здатний якісно змінити звучання ударних, струнно-смичкових інструментів. Найчастіше використовується у сучасній електронній музиці для обробки звуку електрогітари (мал. 36).

Ефект **хоруса** (англ. *chorus*) подібний за принципом до фленжера, але додавання затриманого звуку до основного відбувається з постійною швидкістю. Затримка сигналу дуже коротка, до 5 мс, бо, якщо вона буде коротшою, то приведе до ефекту фленжера, а надто довгою – до ефекту відлуння. Характерною особливістю хоруса є частотні зміщення, що надає одному джерелу звуку відчуття ансамблевого виконання. Серед параметрів хоруса – затримка (*delay, ms*), швидкість (*rate*), ширина (*width*), простір (*spatial*), змішування (*mix*), форма звукової хвилі тощо. Ефект хоруса застосовують у тембральному злагодженні нечисельних груп (парцій) музичних інструментів (струнних, духових), а також у вокальній музиці для досягнення певного тембрального підсилення, але за ретельного контролю звукорежисера, адже частотні зсуви можуть погіршити чистоту інтонування як сольного виконавця, так і партії чи колективу (мал. 36).

На основі спрощених параметрів хоруса з рівномірними пульсаціями створені ефекти **вібрато** (англ. *vibrato*) та **тремоло** (англ. *tremolo*), які відтворюють відповідні виконавські прийоми та дають більш насичене звучання. Ці ефекти можна налаштувати за параметрами швидкості (*rate*), глибини (*depth*), простору (*spatial*) або форми хвилі (*shape*). У форматі гітарних педалей вони надзвичайно популярні у рок-гітаристів і можуть кардинально змінити звучання інструмента, надати йому нестандартних інтонаційних можливостей. Більш кардинальні зміни тембральних характеристик електрогітари можна досягти за допомогою ефектів **овердрайва** (англ. *overdrive* – перенасичення) та **дісторшна** (англ. *distortion* – спотворення), побудованих на принципі кратного підсилення сигналу (*gain*) і його одночасного перевантаження, яке можна регулювати параметром тону (*tone*) або дісторшн (*dist*). Перші такі гітарні педалі виготовлялися на основі лампових схем. І хоч сучасні цифрові технології з легкістю можуть

відтворити подібне звучання, професійні рок-гітаристи дають перевагу аналоговим пристроям за їх тепле, густе і яскраве звучання.

До програмних модулів, які дозволяють одночасно змінювати амплітудні та частотні параметри аудіофайлу також належать інструменти для зміни швидкості відтворення запису (*time stretch* – розтягування у часі) та зміни висоти тону (*pitch shift* – транспозиції). У природі аналогового звукозапису зміна одного параметру неодмінно призводить до зміни іншого. Наприклад, якщо збільшити швидкість програвання через зміну швидкості зчитування з носія (режиму обертання платівки чи швидкості прокручування плівки), підвищиться тональність, а за сповільнення – тональність понижується. Це пояснюється одночасним впливом на два ключові параметри звукозапису – частоту та певну тривалість запису, що перебувають у незмінному співвідношенні, яке за допомогою аналогових засобів неможливо розділити. Досягти цього можна у цифровому звуці за рахунок зміни частоти дискретизації на відмінну від тієї, яка була використана на стадії запису з одночасною зміною швидкості програвання. Отже, відбувається зсув, який змінює звуковисотність, але не впливає на темп відтворення. Сьогодні майже всі сучасні аудіоредактори дозволяють транспонувати аудіозаписи або змінювати швидкість відтворення в обидва боки без прив'язки висоти тону до його тривалості, але таке перетворення призводить до тембрального спотворення, а тому що більша зміна у звуковому матеріалі (кількість півтонів, на які підвищується або понижується композиція; збільшення часу програвання, за рахунок чого сповільняється темп), то більш явними будуть зміни для слухового сприйняття. Тому такі інструменти варто використовувати для помірних звуковисотних та темпових змін аудіозаписів.

Комплексна практична реалізація цифрових можливостей у зміні висоти тону та часу відтворення відбулась у побудові програмних модулів, які дозволяють аналізувати аудіосигнал та підлаштовувати як інструментальне, так і вокальне невіддале інтонаційне та ритмічне виконання. Такі програмні інструменти застосовуються з однаковим успіхом у студійних записах та живих концертних виступах. Серед таких програмних інструментів Cubase VariAudio, Melodyne, Auto-Tune, Waves Tune та інші. Принципи роботи з подібним програмним забезпеченням ми розглянемо в окремих розділах.

Запитання та завдання для самоперевірки:

1. Назвіть основні види операцій над звуковими файлами.
2. Які програмні інструменти звукових редакторів використовуються для монтажу аудіо-матеріалів?
3. Наведіть приклади операцій над амплітудними параметрами звукозапису.
4. Що таке динамічна компресія? Які інструменти використовуються для зміни динамічних характеристик аудіофайлів?
5. Наведіть приклади операцій над частотними параметрами звукозапису.
6. Що таке еквалайзер і які існують його види? Наведіть приклади частотних фільтрів.
7. Опишіть операції комбінованого характеру зі звуковим матеріалом.
8. Дайте визначення основним видам звукових ефектів.

Література: 5, 13, 14, 17, 18, 21, 40, 43, 54, 56.



1.7. ТЕХНОЛОГІЯ MIDI

Робота над створенням музики за допомогою комп'ютера, окрім звукозапису натуральних звуків та їх цифрового відтво-

рення у вигляді аудіофайлів, передбачає також генерацію звуків за допомогою спеціального програмного забезпечення. На відміну від процесу звукозапису, коли звуковий сигнал проходить через АЦП, кодується та надсилається через ЦАП на гучномовець для його слухового сприйняття користувачем, створення електронного звуку передбачає інший шлях – синтезування звуку в межах електричного чи цифрового приладу та його відтворення через акустичні засоби. Такий підхід став основою створення електронних музичних інструментів – синтезаторів.

Синтезатори, історія виникнення та способи їх підключення

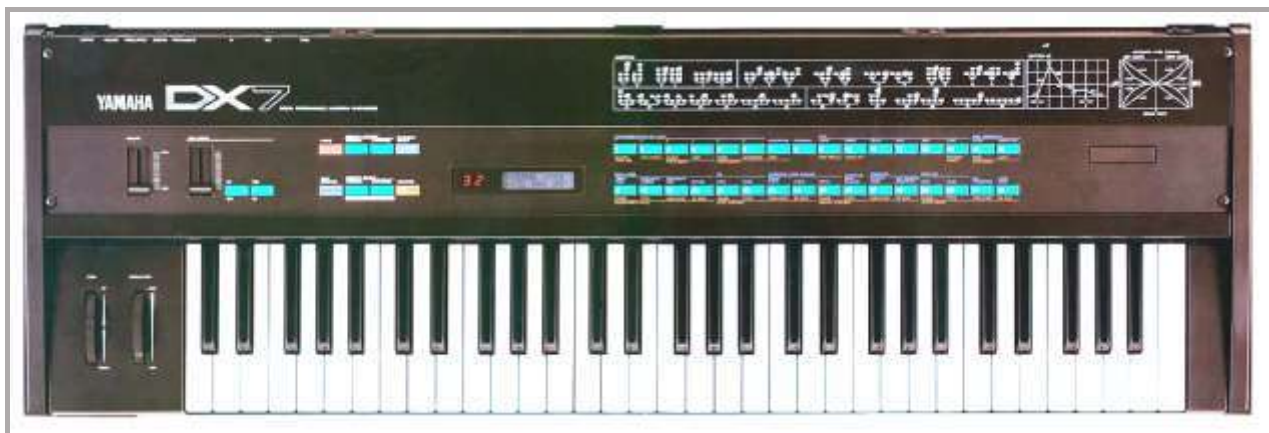
Синтезатор – електронний пристрій, який за допомогою одного або багатьох електричних генераторів звукових коливань створює необхідний звук, що може налаштовуватись за параметрами і властивостями як електричного сигналу (аналогові синтезатори), так і програмних засобів (цифрові синтезатори).

Перший синтезатор був започаткований ще до винайдення звукозапису. У 1876 року американський винахідник Елайша Ґрей створив музичний телеграф, який працював на основі генератора періодичних електричних коливань – осцилятора, а іншим його винаходом став динамік (гучномовець), який був виконаний у формі діафрагми, що вібрує у магнітному полі та перетворює електричні коливання в акустичні. Започатковані науковцем ідеї стали основою розробки перших електричних клавішних музичних інструментів. Не вдаючись до детального розбору класифікації електронних музичних інструментів та особливостей їх побудови, зауважимо, що перший серійний клавішний синтезатор у традиційному розумінні був створений американським винахідником Робертом Муг'ом, який описав його як систему генераторів, спроектованих для логічного створення звуків. Його синтезатор (Moog) завдяки адаптивному

методу синтезу (осцилятора змінної напруги), зручної і мобільної клавіатури управління, доступної ціни набув широкої популярності у професійних колах музикантів, а такі гурти, як Beatles, Doors, Grateful Dead, Monkees, Rolling Stones та ін., зробили популярним використання синтезаторів у різноманітних стилях електронної музики. Слідом за компанією Муга, яка недовго утримувала першість на ринку, розробку власних синтезаторів розпочали такі відомі світові компанії, як Akai, Fairlight, Korg, Oberheim, Roland, Yamaha та інші.

Початкові моделі синтезаторів спочатку були монофонічними, але з розвитком поліфонії (кількості незалежних голосів) починають з'являтися перші напівцифрові та цифрові моделі, які спочатку не мали такого успіху, як аналогові, але згодом заповнили весь ринок завдяки ширшим можливостям.

Першими світовими бестселерами серед цифрових синтезаторів стали E-mu Emulator, Fairlight CMI, Kurzweil K250, PPG Wave та ін. Японська компанія Yamaha, започаткувавши новий тип генерації звуку на основі FM-синтезу, швидко вибилася у світові лідери виробництва цифрових синтезаторів, а їхні моделі Yamaha DX7, GS-1 та GS-2 очолили списки найбільш продаваних моделей у світі (мал. 37).



Мал. 37. Синтезатор Yamaha DX-7

З розвитком цифрових синтезаторних систем, їх портативних, студійних, комбінованих чи модульних варіантів великого значення набули цифрові протоколи передачі даних між їх компонентами, які дозволяли умовно об'єднати велику кількість апаратних пристроїв в один музичний інструмент. Таким першим протоколом передачі даних був CV/Gate, який дозволяв передати значення висоти тону (CV) та його тривалості (Gate), а відтак певні команди та інформацію про те, якої висоти має бути звук, коли він має розпочати своє звучання і коли його припинити. Зреалізува-

ти передачу таких даних від одного пристрою (синтезатора, клавіатури, процесора тощо) до іншого можна через певний цифровий інтерфейс. Такі інтерфейси на початках часто відрізнялися у різних виробників своїм виконанням, роз'ємом та форматом передачі даних, а тому були несумісні між собою (Oberheim Z80, Roland DCB, RS-232, Sequential CP5 тощо). Несумісність викликала надзвичайну обуреність користувачів, а тому, беручи до уваги суспільний запит на економічну доцільність, великі виробники об'єдналися над створенням єдиного протоколу передачі даних та сумісного цифрового інтерфейсу. Першою такою спробою стала співпраця відомих брендів Kawai, Korg, Roland, Sequential Circuits та Yamaha, які 1981 року у Японії представили специфікацію **USI** (Universal Synthesizer Interface), спочатку відкинута більшістю американських компаній. Однак у колі японських брендів продовжувала розвиватися. Основою для розробки USI стала система Roland DCB.

Збагачену ідеями японських інженерів четверту версію USI перед офіційним представленням у 1982 році довелося перейменувати через юридичні проблеми, а саме – вилучити слово «універсальний» (Universal), адже з маркетингових причин представники інших брендів так і не долучилися до процесу розробки. Девід Сміт, один з розробників та засновник компанії Sequential Circuits, запропонував назву **MIDI** (англ. *Musical Instrument Digital Interface* – Цифровий Інтерфейс музичних інструментів), а в 1983 році за цим протоколом була продемонстрована спільна робота синтезаторів Sequential Circuits Prophet-600 та Roland Jupiter-6. Протокол MIDI створив справжню революцію у музичній індустрії, і тому у 2013 році розробників Девіда Сміта та Ікутаро Какехаші нагородили «технічною» премією Грамму за розвиток цієї технології.

Протокол передачі MIDI-даних

Хоч протокол MIDI розроблявся для цифрових клавішних музичних інструментів, у 90-х роках він зайняв лідируючі позиції у галузі комп'ютерних музичних технологій, а також вийшов за межі суто музичної індустрії, об'єднавши між собою найрізноманітніше цифрове обладнання завдяки зрозумілій логіці передачі інформації. Передавання інформації відбувається за допомогою відправки певних команд у формі MIDI-повідомлення, яке містить інформацію про номер клавіші (Наприклад, «C4» – нота «до» першої октави), моменту, коли вона має бути на-

тиснута і знята. Також до цієї команди може додаватися інформації про силу натиску клавіші, темп відтворення, положення звуковисотного колеса, натискання і відпущення педалі, задіювання інших органів управління тощо. Звертаємо вашу увагу на те, що MIDI-повідомлення на відміну від цифрового аудіо не містить жодної інформації про звукову хвилю, її форму, амплітуду, частоту, тембр, а є лише командою, яка може виконуватись на цифровому апаратному чи віртуальному музичному інструменті. Така команда дуже подібна за своїм значенням до нотного запису музичного твору, де за допомогою нотоносця і різних ритмічних вартостей вказується висота та тривалість кожної ноти, динамічні відтінки, темпові відхилення тощо. Приклади основних MIDI-повідомлень та їх параметрів наведені в таблиці 1¹.

Таблиця 1

Структура MIDI-повідомлення

Повідомлення	Код	Значення	Параметри
Note-on	1001	Натискання клавіші	Номер клавіші 0-127 Швидкість (Velocity) 0-127
Note-off	1000	Відпускання клавіші	Номер клавіші 0-127
Program change	1100	Вибір інструмента (тембра)	Номер інструмента 0-127
Pitch Bend	1110	Звуковисотне зміщення	Величина зсуву -8191 < 0 > 8191
Control Change	1011	Включення контролера	Номер контролера 0-127 Значення параметра 0-127

Параметри *Note-on* та *Note-off* відповідають за відтворення ноти певної висоти і тривалості, вказують на початок і завершення її звучання. Параметр *Velocity* – швидкість натискання, трактується як динамічний відтінок або характер звучання і може відповідати за гучність ноти. Параметр *Program change* передає інформацію про обрання того чи того програмного тембру музичного інструмента з бібліотеки. Параметр *Pitch Bend* вказує на напрям та ступінь відхилення висоти тону від заданого за використання звуковисотного колеса і відтворення виконавського прийому глісандо або вібрато. Параметр *Control Change* дозволяє відтворювати детально налаштоване музичне виконання за допомогою різноманітних контролерів у діапазоні можливих значень (від 0 до 127): *volume* – загальна гучність;

¹ Бондаренко А.І. Сучасне музичне мистецтво і комп'ютерні програми: навч. посіб. Київ : Видавництво «Ліра-К», 2022. 284 с.

panorama – просторове розміщення; *sustain* – затримування звуків; *expression* – зміна гучності; *modulation* – амплітудна модуляція; *aftertouch* – параметр післядотику, що часто впливає на тембральні зміни (поканальний); *poly pressure* – різновид післядотику (поліфонічний); *breath* – дихання (для відтворення звуку духових інструментів); *all controllers off* – повертає всі налаштування контролерів до початкового стану тощо. Кількість різних контролерів та параметрів постійно зростає, але у виробництві пристроїв вводу міді-даних це вимагає додаткових фінансових затрат, що в результаті призводить до їх вищої ціни, а тому виробники завжди пропонують ринку різні за своїми можливостями продукти. Це варто врахувати при їх виборі, звіритися з технічною документацією для максимального використання потенціалу стандарту MIDI у своїй роботі.

Стандарти MIDI

Протокол MIDI був створений як основа для взаємодії цифрових музичних інструментів з простором для подальших розробок і вдосконалень, відтак на початку багато важливих функцій ще не були додані, а їх стандартизація відбувалася тривалий час (MIDI 1.0, MIDI 2.0, GM, GM2, GS, XG, MIDI-CI тощо).

Перша масштабна стандартизація цього протоколу, зроблена у 1991 році, отримала назву General MIDI (GM). Новий стандарт, який розробила компанія Roland, передбачав чіткі вимоги до MIDI-повідомлень, кількості інструментів, одночасну підтримку 16 звукових каналів, резервування 10 каналу для ударних інструментів, підтримку до 24-х голосів, підтримку динаміки (*Velocity*), поліфонії на кожному каналі тощо. Цим стандартом вперше була визначена кількість і порядкові номери музичних інструментів, ударних і спеціальних ефектів, які сукупно налічували 128 позицій; упорядковані номери клавіш для ударних інструментів, які не підлягають звуковому вирівнюванню. Наступні вдосконалення розширювали можливості цього стандарту GM. Таким розширенням від компанії Roland стало General Standard (GS), на противагу якому компанія Yamaha розробила власне розширення під назвою Extended General MIDI (XG).

Чергове масштабне оновлення стандарту GM, яке відбулось у 1999 році та отримало назву General MIDI 2 (GM2), відзначилося підтримкою 32-голосої поліфонії, двома ударними треками (10 та 11), системою ефектів (реверберації, хоруса, модуляції тощо), ширшою палітрою ударних

інструментів, підтримкою нових клавішних контролерів, більшою кількістю мелодичних інструментів (256), кодуванням текстових повідомлень та ін. Підтримку певних стандартів MIDI виробники синтезаторів вказують, позначаючи їх за допомогою спеціальних логотипів, приклад яких наведено на мал. 38.

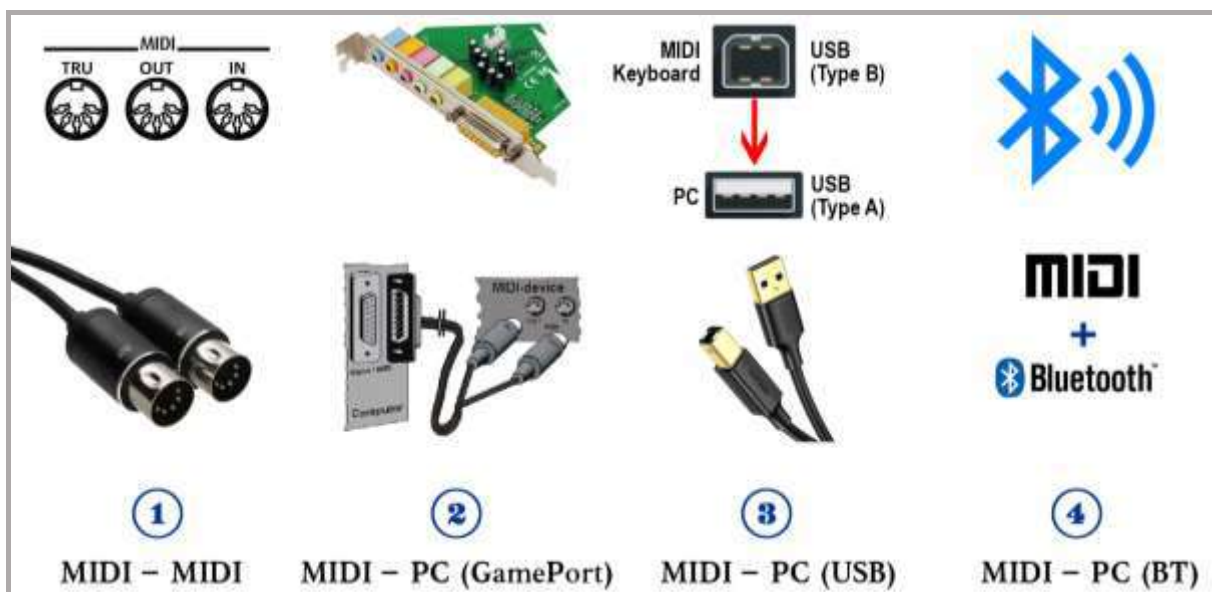


Мал. 38. Логотипи стандартів MIDI

Інтерфейси MIDI

Іншим важливим питанням розвитку технології MIDI стало використання універсального способу підключення пристроїв між собою – інтерфейсу. Для підключення MIDI-інструментів використовуються роз'єми, виконані у популярному на той час форматі екранованого кабеля з двома аудіоконекторами DIN-5pin, але для передачі не аналогового, а цифрового сигналу за допомогою токової петлі з гальванічною розв'язкою (мал. 39-1). Самі ж електронні інструменти комплектувалися відповідними роз'ємами кількох типів:

- MIDI-IN – для отримання інформації від інших пристроїв;
- MIDI-OUT – для передачі інформації до інших пристроїв;
- MIDI-TRU – для передачі вхідної інформації до інших пристроїв у незміненому вигляді.



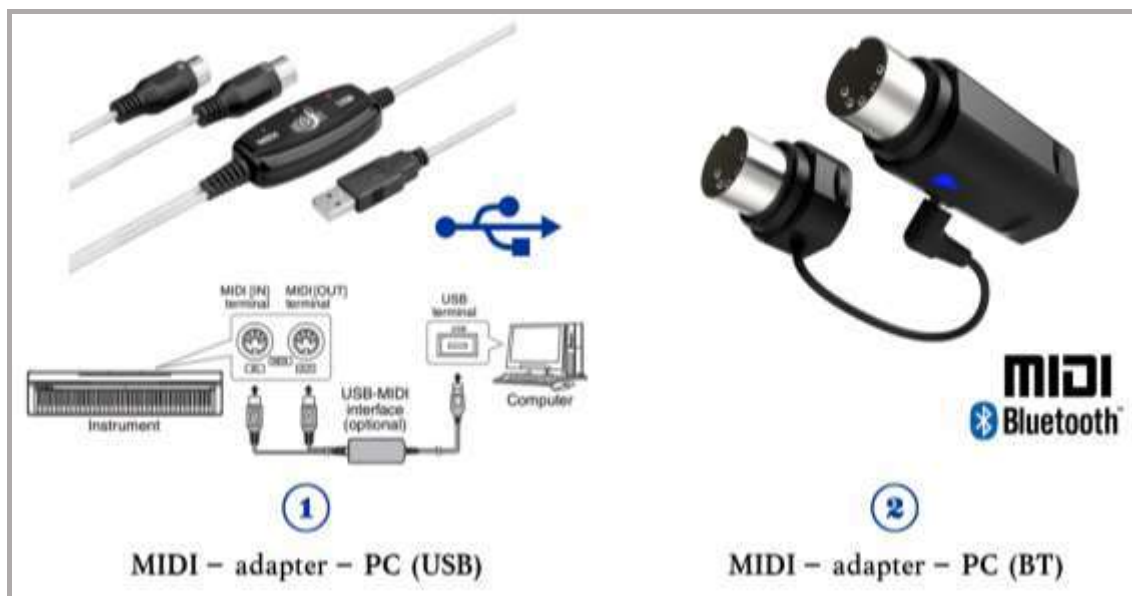
Мал. 39. Інтерфейси та варіанти підключення MIDI-пристроїв

За період розвитку технології MIDI найбільше змін зазнали інтерфейси підключення MIDI-пристроїв до персональних комп'ютерів. Однією з найперших варіантів такого підключення стала реалізація через 15-контактний роз'єм Game Port (15-pin), яким часто комплектувалися дискретні звукові карти (*мал. 39-2*). Для цього використовувався спеціальний MIDI-кабель (GP-to-DIN5x2). Позитивною стороною такого варіанту підключення стало те, що можна було у ролі пристрою вводу MIDI-інформації використовувати більшість цифрових синтезаторів, які комплектувалися портами MIDI In/Out. Сьогодні такий вид підключення вважається застарілим, а останньою операційною системою, яка підтримувала інтерфейс Game Port, була Windows XP. Починаючи з операційної системи Windows Vista, реалізація підключення MIDI-пристроїв до комп'ютера стала можливою лише через інтерфейс USB. На *мал. 39-3* зображений MIDI-інтерфейс, виконаний у варіанті роз'єму USB-Type B, через який можна з'єднати синтезатор (MIDI-клавіатуру) з комп'ютером за допомогою звичайного USB кабеля. Деякі виробники портативних MIDI-клавіатур замінили роз'єм USB-Type B на USB-Type C, що дало змогу використовувати їх не тільки з комп'ютерами, а й з мобільними пристроями на ОС Android. Найбільшої універсальності набуло використання безпроводного інтерфейсу Bluetooth для підключення музичних інструментів, синтезаторів до комп'ютерів, робочих станцій чи мобільних пристроїв за протоколом MIDI (*мал. 39-4*). Наразі безпроводний варіант підключення активно просувається виробниками електронних інструментів у нових моделях усіх цінкових категорій, але виготовлені за останні кілька десятиліть пристрої не втратили своєї актуальності, відтак було знайдено кілька варіантів їх використання у роботі з комп'ютерами.

Першим найбільш органічним варіантом стало використання зовнішніх звукових карт (див. *мал. 12*) з наявним інтерфейсом MIDI In/Out, до якого старі синтезатори підключаються через MIDI-кабель DIN5-to-DIN5.

Другий варіант – використання провідних та безпроводних MIDI-USB адаптерів (*мал. 40*). Цей варіант ніяким чином не позначається на якості звуку, адже він генерується віртуальними синтезаторами та програмними засобами комп'ютера, синтезатор лише виконує роль MIDI-клавіатури – пристрою вводу інформації. З іншого боку, за наявності старого синтезатора це дозволяє суттєво зекономити на купівлі MIDI-клавіатури, що досить важливо для музикантів-початківців (*мал. 40-1*). Якщо виникає необхідність використовувати синтезатор з мобільними пристроями, часто

знаходиться на відстані або пересуватись на сцені, варто розглянути варіанти безпроводних Bluetooth MIDI-адаптерів (мал. 40-2). Існують також професійні варіанти безпроводних адаптерів, які частіше використовуються для об'єднання синтезаторів між собою на великих концертних сценах.



Мал. 40. Провідні та безпроводні MIDI-адаптери

Питання підключення MIDI-пристроїв до комп'ютера можна розглядати за різними критеріями – надійністю, зручністю та простотою підключення, економічною складовою, але тип підключення не змінює ні протокол MIDI, ні структуру MIDI-повідомлень, а тому використання різноманітних адаптерів жодним чином не впливає на якість та форму MIDI-інформації, яка передається від пристрою до комп'ютера. Це не означає, що такі адаптери повністю позбавлені проблем, адже питання стабільності зв'язку, швидкості передачі даних часто турбують користувачів, але це залежить переважно від якості виконання таких адаптерів, їх сумісності, проблем з драйверами тощо, але не з самим MIDI-протоколом.

Секвенсер і формат *.mid

Питання відповідності стандартам надзвичайно важливе не тільки у налагодженні зв'язку між синтезаторами, а й побудові універсальної системи обміну MIDI-інформацією на основі «особливої мови» спілкування між різними приладами: клавіатурою, синтезаторами, тембральними блоками, аранжераторами, комп'ютером та іншими приладами вводу і виводу MIDI-команд. Одним із таких пристроїв є секвенсер.

Секвенсер (від англ. *sequence* – послідовність) – апаратний або програмний пристрій, який дозволяє записувати, редагувати та відтворювати послідовність різноманітних MIDI-команд. Секвенсер подібно до магнітофона дозволяє записати музичну композицію, але не у формі аудіосигналу, а у вигляді послідовності MIDI-повідомлень, які не є звуком у традиційному розумінні. Секвенсер дозволяє редагувати записану інформацію, коригувати висоту тону, швидкість відтворення (темпо), проводити квантування (ритмічне вирівнювання), і все це без будь-якого зниження якості звучання композиції.

Секвенсери можуть виготовлятися у формі окремих пристроїв, до яких під'єднуються MIDI-клавіатури чи синтезатори, але частіше виробники сучасних синтезаторів одразу інтегрують у них секвенсери, що значно розширює їх функціонал і творчі можливості такого електронного музичного інструмента. Найбільшого розвитку MIDI-секвенсери набули у сфері комп'ютерних технологій. Традиційні для апаратних секвенсерів обмеження (максимальна кількість доріжок, підтримка нових контролерів, складність редагування інформації, зручність користування пристроєм тощо) майже повністю зняли за допомогою комп'ютера та пристрою вводу інформації – MIDI-клавіатури, що значно спростило запис музичних композицій.

Програмні секвенсери отримали широкі технічні і творчі можливості у створенні електронної музики, а з часу універсалізації музичного програмного забезпечення набули ознак програм багатоканального зведення або стали їх частиною. Це дозволило за допомогою універсального формату збереження MIDI-інформації з розширенням файлу ***.mid**, який однаково може відтворюватись апаратними, інтегрованими у синтезатор чи програмними секвенсерами, що стало об'єднувальним фактором побудови різнокомпонентного середовища для створення музики.

Іноді трапляються невідповідності відтворення MIDI-файлів (зміна тембрів доріжок, темпу, артикуляцій, відтворення доріжки ударних інструментів мелодичним інструментом тощо), записаних на одному пристрої і відтворених на іншому. Насамперед це пов'язано з кодуванням MIDI-повідомлень, а загалом існує 3 типи запису MIDI, які залежать від технічних параметрів секвенсерів:

- 1) тип 0 – передбачає запис всіх MIDI-даних на одній доріжці, яка може вмістити до 16 каналів (треків);
- 2) тип 1 – передбачає запис MIDI-даних на окремих доріжках, кожна з яких окремий файл MIDI-даних, які разом утворюють спільний патерн

(англ. *pattern* – зразок, шаблон) і відтворюються одночасно на визначеному часовому відрізку;

3) тип 2 – передбачає запис MIDI-даних у різних блоках пам'яті, кожен з яких окремий файл MIDI-даних і окремий патерн, які можуть відтворюватися лише по черзі.

Важливість типів MIDI-файлів більшою мірою проявляється у роботі з апаратними секвенсерами, а в роботі на комп'ютері за допомогою програмних секвенсерів частіше використовується тип 1, що дає можливість керувати кожним музичним інструментом окремо, хоча більшість програм для роботи з MIDI-файлами дозволяють змінювати їх тип.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Охарактеризуйте синтезатор з точки зору класифікації музичних інструментів. Розкрийте принципи його будови.*
- 2. Що таке MIDI?*
- 3. Які способи підключення між синтезаторами використовувались до розробки технологій MIDI?*
- 4. Опишіть структуру MIDI-повідомлення.*
- 5. Опишіть ключові позиції основних стандартів MIDI.*
- 6. Наведіть різні приклади підключення MIDI-пристроїв до комп'ютера.*
- 7. Опишіть призначення секвенсерів та основні формати MIDI-даних.*

Література: 4, 8, 15, 18, 22, 28, 32, 36, 37.



1.8. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ПІДТРИМКОЮ ТЕХНОЛОГІЇ MIDI

Нотний запис залишався єдиним засобом збереження музичної інформації впродовж багатьох століть, а перші спроби запису музики спеціальними знаками сягають глибини кількох тисяч років.

Перетворення музичного твору у певну послідовність знаків, їх запис на спеціальний носій – нотний стан, з якого він може відтворюватися музикантом-виконавцем, надає музиці всіх ознак особливої мови, але не тільки як засобу музичного спілкування, а насамперед як мови програмування, за допомогою якої відбувається звуковисотне та ритмічне кодування мелодії, а також додаткової інформації про її гучність, темп, характер тощо. Саме з цієї принципової позиції ми будемо виходити, коли говоритимемо про музичне програмне забезпечення, яке дозволяє працювати не з даними, які описують характеристики звукової хвилі (аудіосигнал), а з сукупністю інформації про музичний звук, його знакову нотацію. Логіка музичної знакової нотації органічно вкладається у філософію протоколу MIDI, який дозволяє універсалізувати нотний запис музики та створити для нього ширші можливості у цифровому світі.

Технологія MIDI загалом дозволила реалізувати широке коло апаратних і програмних продуктів у музичній індустрії як для виконавців-професіоналів, так і для широкого загалу. У музичному вихованні дітей, основній сфері діяльності вчителя музичного мистецтва, технологія MIDI на новому рівні дає можливість реалізувати його професійні завдання, збагатити освітній процес різноманітними видами музичної діяльності, а спеціальне програмне забезпечення на її основі дозволяє:

- залучати школярів до ігрових форм створення музики, власних композицій, написання власних мелодій, їх проспівування та програмного відтворення (Learn Music & Songs, Kids Music, Simply Piano, Piano Games, Sunny Kid Games);
- використовувати віртуальні музичні інструменти на мобільних пристроях (смартфонах, планшетах) для музикування, що поступово стає однією з найпоширеніших і доступніших форм музичної діяльності (Online Pianist, Piano+, Real Drum, Real Guitar та ін.);
- використовувати для вокального розвитку школярів Karaoke-додатки, програми з підготовленими супроводами пісень з відеорядом та ритмічним субтитруванням тексту (StarMaker, Yokee, Smule, The Voice karaoke, iSing Karaoke та ін.);
- використовувати програми-секвенсери та програми-лупери для музикування та творчих експериментів школярів (Garage Band, Walk Band, FL Studio, Groovepad DJ, See Music та ін.).

Важливого значення MIDI-формат набув у підготовці вчителем музичного мистецтва навчальних нотних (наочностей, партитур музичних творів, вправ, розспівок, ребусів тощо) та музичних (адаптація музичних супроводів до виконавських можливостей школярів; транспонування, фактурна та гармонічна зміна акомпанементу; аранжування музичних творів; додавання сольних партій до мінусових фонограм; створення акомпанементу та фонограм до кращих зразків популярної музики тощо) матеріалів.

Список комп'ютерних програм, які дозволяють виконувати такий перелік завдань, постійно оновлюється і доповнюється новими програмними продуктами різного призначення, які переважно орієнтовані на професійне застосування у сфері музичної індустрії. Учитель музичного мистецтва надає перевагу трьом групам програм для роботи з MIDI-файлами:

- **програми нотної нотації** – MakeMusic Finale, Avid Sibelius, MuseScore, Encore, MagicScore Maestro, Steinberg Dorico та ін.;
- **програми автоакомпанементу (аранжератори)** – PG Music Band-in-a-Box, One Man Band, vArranger, Giglad, Yamaha Visual Arranger, Musical MIDI Accompaniment (MMA) та ін.;

- **програми багатоканального зведення** – Steinberg Cubase, Ableton Live, Avid Pro Tools, Cakewalk Sonar, Cockos Reaper, FL Studio, Presonus Studio One, Propellerhead Reason та ін. (мал. 41).



Мал. 41. Програми з підтримкою технології MIDI

Детальний розбір можливостей MIDI-формату ми здійснимо у наступному розділі посібника на прикладі програмного забезпечення кожної з окреслених категорії – нотному редакторі Finale, програмному аранжераторі Band-in-a-Box та програмі багатоканального зведення Cubase.

Запитання та завдання для самоперевірки:

1. Наведіть приклади мобільних додатків з підтримкою технології MIDI.
2. Наведіть приклади комп'ютерних програм для набору нотного тексту.
3. Наведіть приклади комп'ютерних програм аудіоредакторів.
4. Які вам відомі комп'ютерні програми для створення автоаккомпаніменту?
5. Які вам відомі комп'ютерні програми-секвенсери та програми багатоканального зведення?

Література: 14, 16, 21, 23, 25, 29. 31, 41, 47, 50, 51, 53.

РОЗДІЛ 2.

ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОБОТИ З МУЗИЧНИМ КОМП'ЮТЕРНИМ ПРОГРАМНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ



2.1. ВИКОРИСТАННЯ НОТНОГО РЕДАКТОРА FINALE У ФОРМУВАННІ ПАРТИТУРИ ТА MIDI-ПРОЄКТУ МУЗИЧНОГО ТВОРУ

Мета означеної теми – розглянути програмне забезпечення, орієнтоване на набір нотного

тексту, для використання його як джерела MIDI-матеріалу у подальшій роботі з ним у інших програмах створення музики. З нотним редактором Finale можна підготувати нотний матеріал не тільки для друку партитур, а й для збереження у формі полотна MIDI-команд, що дає можливість подальшого аранжування музичного твору у багатоканальних програмах з інтегрованими секвенсерами. Такий спосіб дозволяє отримати базовий мінімум для створення супроводу музичного твору без використання MIDI-клавіатури, що є однією з найбільш доступних форм аранжування навчального репертуару, дозволяє адаптувати його до можливостей школярів і може використовуватися у повсякденній професійній діяльності вчителя музичного мистецтва, а також у покращенні освітнього процесу у період дистанційного навчання.

Тут ми не розкриватимемо всіх можливих функцій нотного редактора Finale, а зосередимось на конкретних алгоритмах роботи для отримання

належного MIDI-файлу музичного твору для подальшої роботи з ним у програмах багатоканального зведення з підтримкою MIDI.

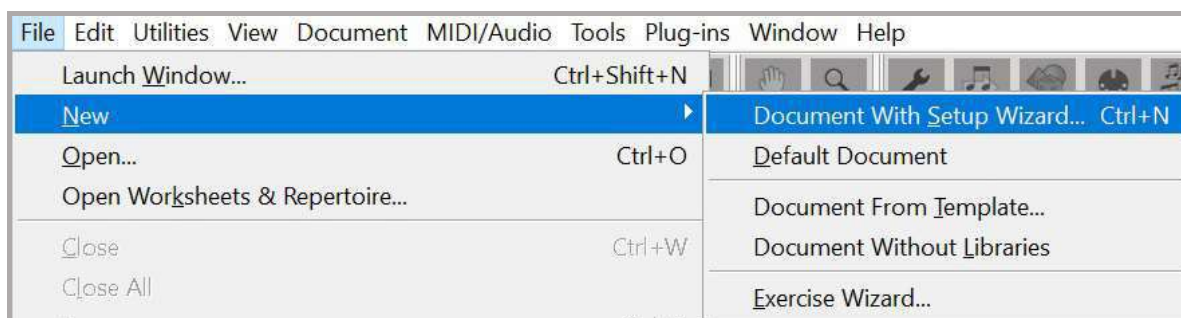
Створення нового документа

Для створення нового документа у Finale можна скористатися стартовим вікном (*Launch Window*) програми та обрати меню **Setup Wizard** (мал. 42) або скористатися меню **File – New – Document With Setup Wizard** (мал. 43) чи командою гарячих клавіш **Ctrl+N**. Через стартове вікно також можна відкрити шаблони документів для ансамблів різного складу (*Templates*), документ за замовчуванням,



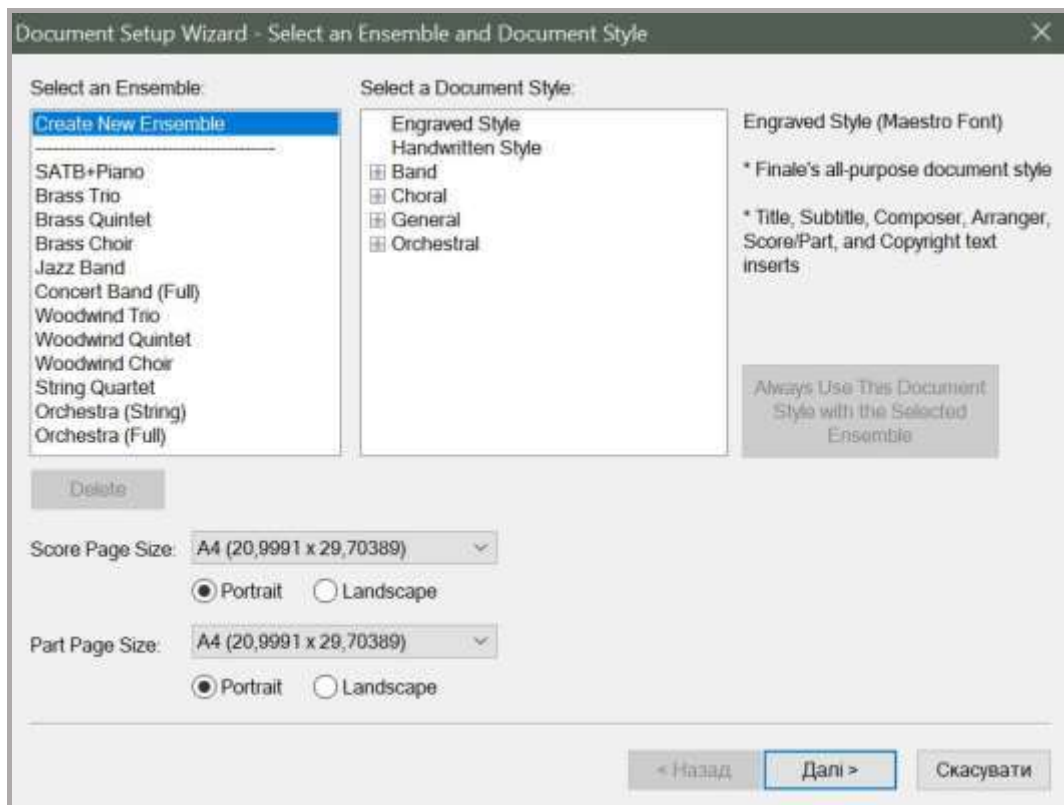
Мал. 42. Стартове вікно Finale

який можна налаштувати під свої потреби (*Default document*), викликати майстра вправ (*Exercise Wizard*), виконати імпорт документів універсального нотного формату XML (*Import Music XML*), здійснити налаштування (⚙️), переглянути інструкцію, навчальні відео тощо.



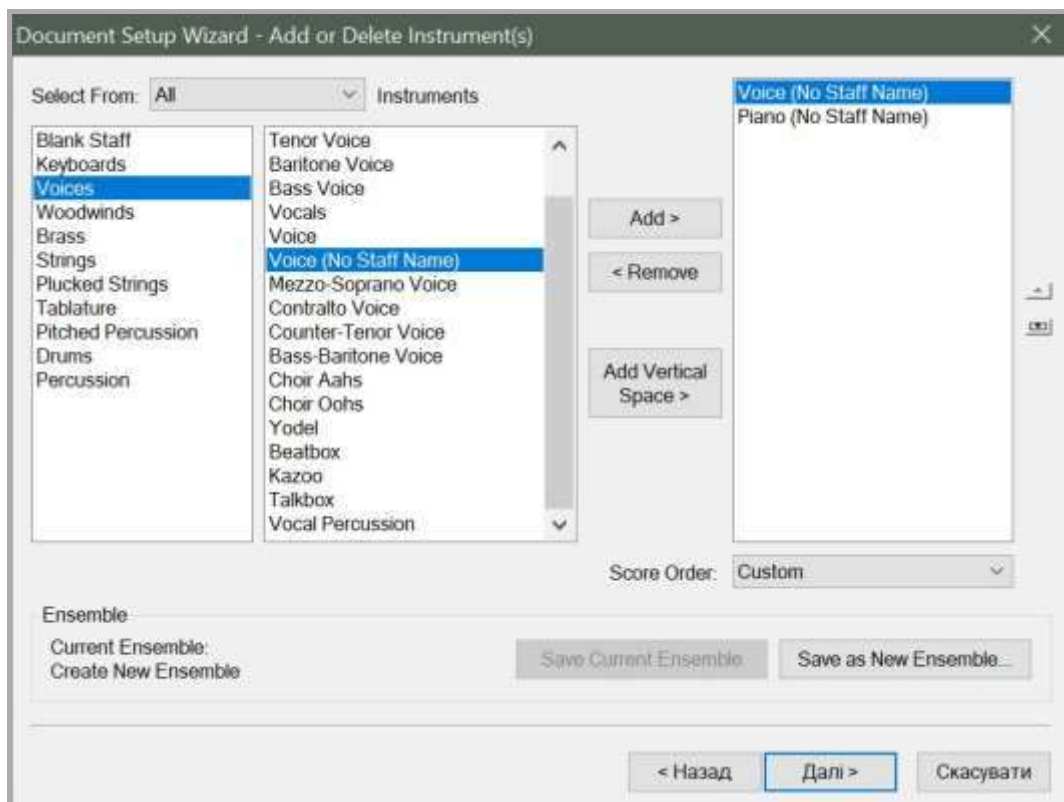
Мал. 43. Альтернативний спосіб створення нового документа

Налаштування нового документа розпочинається з вікна (мал. 44), на якому можна обрати склад ансамблю (*Select an Ensemble*) або ж створити новий (*Create New Ensemble*), обрати розмір сторінок окремо для майбутньої партитури та сольних партій, їх формат та орієнтацію.



Мал. 44. Вибір складу ансамблю

З пунктом **створення нового складу ансамблю** (*Create New Ensemble*) у наступному вікні (мал. 45) можна обрати необхідні музичні інструменти та вокальні партії, а також зберегти цей виконавський склад як шаблон для наступних документів.

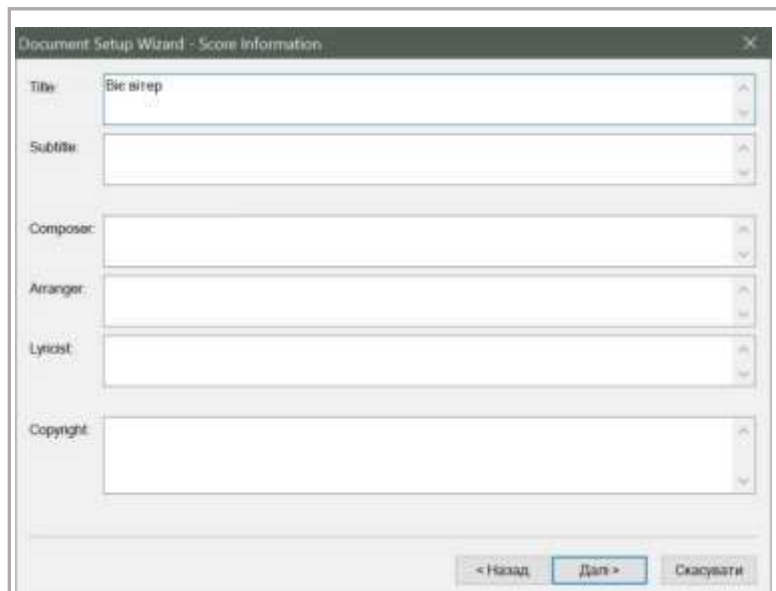


Мал. 45. Створення нового складу ансамблю

Наступне вікно (мал. 46) дозволяє ввести інформацію про музичний твір: заголовок – назву твору (*Title*), підзаголовок (*Subtitle*), композитора (*Composer*), автора аранжування (*Arranger*), автора тексту (*Lyricist*), власника авторських прав (*Copyright*).

У завершальному вікні налаштувань партитури (мал. 47) вказується музичний розмір твору (*Time Signature*), тональність твору та ключові знаки (*Concert Key Signature*), кількість тактів партитури (*Number of Measures*), спеціальні вказівки до темпу (*Specify Initial Tempo Marking*), спеціальні вказівки до ритму (*Specify Pickup Measure*).

Налаштування цих параметрів партитури можна також проводити у процесі набору нотного тексту. Ці налаштування також визначають структуру та параметри майбутнього MIDI-файлу, його розмір, тональність, темп тощо. Саме така взаємовідповідність та універсальність документів з нотним записом та MIDI-файлів забезпечує їх безперешкодне переведення з одного формату в інший і навпаки.



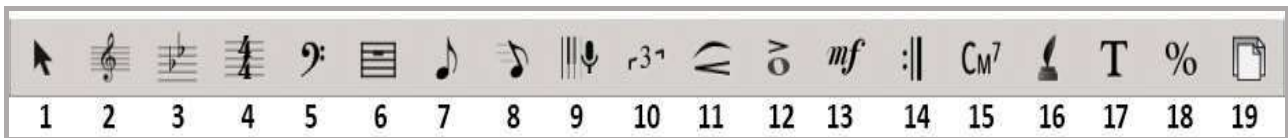
Мал. 46. Введення інформації про музичний твір



Мал. 47. Налаштування партитури

Основні інструменти редагування нотної партитури

Інструментарій комп'ютерної програми Finale надзвичайно широкий та дозволяє проводити корекцію всіх відомих позначень сучасних нотних партитур. Розглянемо основні інструменти (мал. 48):



Мал. 48. Основні інструменти редагування нотної партитури




- 1) **виділення** (*Selection Tool*);
- 2) **нотний стан** (*Staff Tool*);
- 3) **ключові знаки** (*Key Signature Tool*);
- 4) **розмір** (*Time Signature Tool*);
- 5) **ключ** (*Clef Tool*);
- 6) **такт** (*Measure Tool*);
- 7) **простий звід** (*Simple Entry Tool*);
- 8) **швидкісний звід** (*Speedy Entry Tool*);
- 9) **гіперскрайб** (*HyperScribe Tool*);
- 10) **треолеподібні фігури** (*Tuplet Tool*);
- 11) **ліги і лінії** (*Smart Shape Tool*);
- 12) **знаки артикуляції** (*Articulation Tool*);
- 13) **нюанси** (*Expression Tool*);
- 14) **реприза** (*Repeat Tool*);
- 15) **акорд** (*Chord Tool*);
- 16) **вокальний текст** (*Lyrics Tool*);
- 17) **текст** (*Text Tool*);
- 18) **зміна розміру** (*Resize Tool*);
- 19) **планування сторінки** (*Page Layout Tool*).

Більшість цих інструментів інтуїтивно зрозумілі та детального розбору не потребують, але з погляду роботи над створенням MIDI-файлу, а не набраної для друку партитури, зауважимо, що дії окремих засобів не впливають на кінцевий файл MIDI. Не можуть бути доданими у файли MIDI дані, які вводяться за допомогою інструментів тексту (*Lyrics Tool*, *Text Tool*), підписування акордів (*Chord Tool*), інструментів зміни вигляду партитури (*Resize Tool*, *Page Layout Tool*), спеціальних інструментів (*Special Tools*). Зважаючи на досвід роботи у MIDI-редакторах, зміни темпу та позначення динамічних відтінків краще проводити за фінального редагування у програмах багатоканального зведення, що дозволить досягти яскравішого фінального звучання. Щодо артикуляції (*Articulation Tool*), то, набираючи нотний текст необхідно звернути увагу на правильність вказування виконавських штрихів та прийомів гри, це може суттєво зекономити час у подальшому редагуванні MIDI-проєкту музичного твору

та зробити звучання ближчим до живого виконання. Важливого значення також має тактова організація партитури та правильність налаштувань інструмента репризи (*Repeat Tool*), що впливає на тривалість музичного твору та його структуру, адже MIDI-файл відтворюється подібно до логіки звукозапису.

Інструменти вводу нотного тексту

Набір нотного тексту у програмі Finale можна здійснювати трьома основними інструментами:

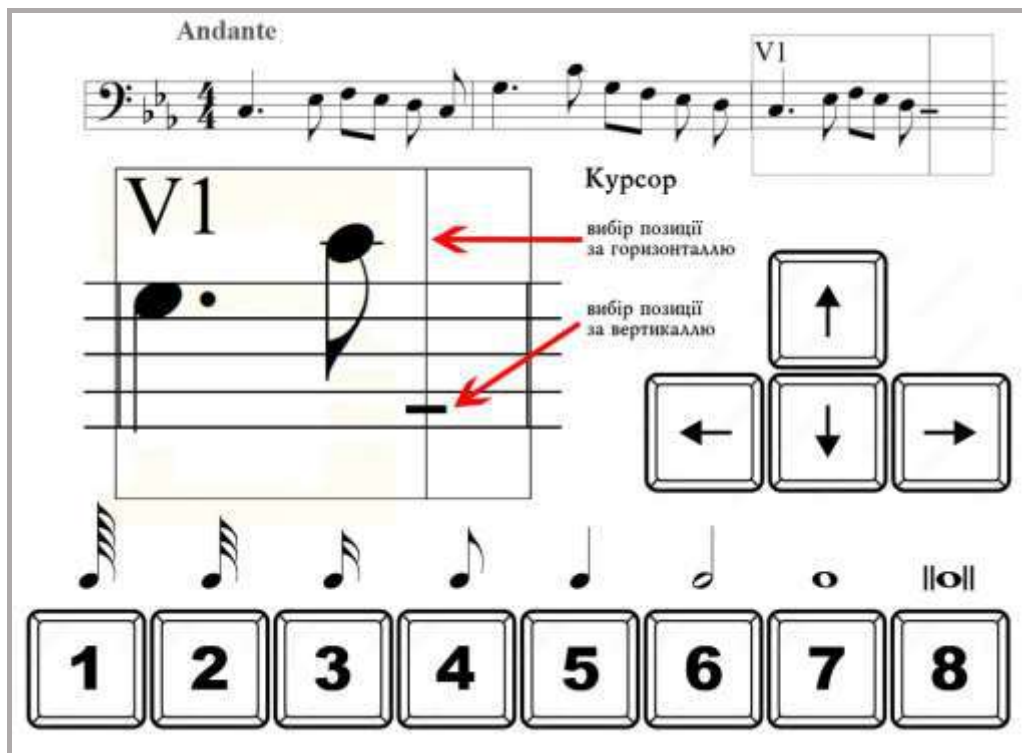
- простий ввід (*Simple Entry Tool*) ;
- швидкісний ввід (*Speedy Entry Tool*) ;
- гіперскрайб (*HyperScribe Tool*) .

У режимі **простого вводу** (*Simple Entry Tool*) введення інформації передбачає вибір відповідних піктограм з палітр нотних тривалостей, пауз, знаків альтерації, інших позначок та їх розміщення на нотному стані (мал. 49). Цей спосіб доступний і зрозумілий навіть для невідготовленого користувача, але займає чимало часу через використання маніпулятора або тачпада, що створює певні незручності.



Мал. 49. Режим простого вводу (*Simple Entry Tool*)

У режимі **швидкісного вводу** (*Speedy Entry Tool*) необхідності обирати піктограми нотних тривалостей та пауз немає, а саме введення реалізується за допомогою «каретки» (мал. 50), яка дозволяє курсором обирати позицію на нотному стані за вертикаллю та горизонталлю за допомогою клавіш-стрілок, а саме введення проводити, використовуючи цифровані клавіші від 1 до 8, кожній з яких відповідає тривалість ноти: 1 – шістдесят четверта; 2 – тридцять друга; 3 – шістнадцята, 4 – восьма; 5 – четвертна; 6 – половинна; 7 – ціла; 8 – нота «бревіс».



Мал. 50. Режим швидкісного введення (*Speedy Entry Tool*)

Режим швидкісного введення дозволяє використовувати функціональні клавіші, що значно економить час користувачів. За їх допомогою можна вводити велику кількість параметрів, найбільш вживаними з яких такі команди: клавіша «.» – додає половину тривалості нотці; клавіша «В» – з'єднує або роз'єднує штилі сусідніх нот; клавіша «L» – змінює орієнтацію написання штилів за вертикаллю; клавіша «G» – перетворює звичайну тону на форшлаг; клавіша «A» – додає бемоль; клавіша «S» – додає дієз; клавіша «V» – додає дубль-бемоль; клавіша «X» – додає дубль-дієз; клавіша «N» – додає бекар; клавіша «H» – приховує ноту у друкованій партитурі, але залишає її у MIDI-файлі; клавіші «Backspace» та «R» – перетворюють введену нотку на паузу відповідної тривалості тощо. Альтернативним та зручним способом введення знаків альтерації у режимі швидкісного введення є використання клавіш «+» та «-», за якими «+» – підвищує нотку на 1/2 тону, а «-» – понижує на 1/2 тону. Наприклад, нам потрібно ввести сі-бекар за наявності ключового знаку сі-бемоль. Вводячи нотку сі та натискаючи «+», ми отримуємо сі-бекар. Повторний натиск «+» додає ще 1/2 тону і ми отримуємо сі-дієз і т.д. Такий спосіб позбавляє необхідності кожного разу обирати необхідний нам знак альтерації, як в режимі простого вводу.

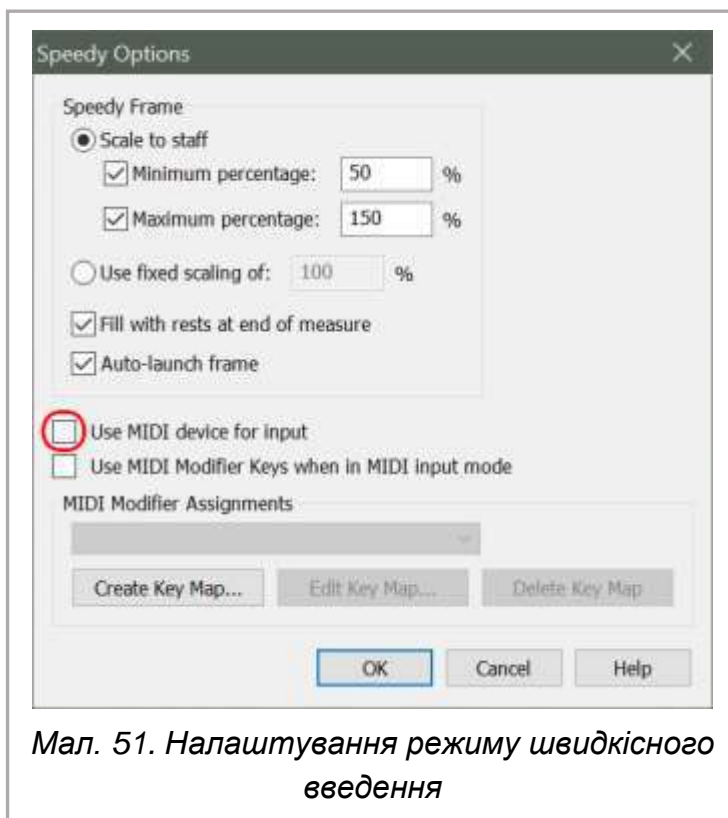
Режим швидкісного введення розрахований також на роботу з MIDI-клавіатурою, що дозволяє ще більше пришвидшити набір нотного тексту

за умови набуття користувачем певного практичного досвіду. Для використання MIDI-клавіатури необхідно у налаштуваннях режиму швидкісного введення поставити відмітку навпроти пункту «Use MIDI device for input» (мал. 51).

Для використання звичного швидкісного режиму введення за допомогою клавіш без MIDI-клавіатури цей пункт необхідно відключити, адже в такому випадку за натискання клавіш тривалостей (1-8) замість нот будуть вводиться паузи відповідних тривалостей.

Набір нотного тексту у програмі Finale також доступний у режимі запису з використанням двох підходів: метронома та MIDI-клавіатури; музичного інструмента та мікрофона. Такий режим введення інформації називається **гіперскрайб** (*HyperScribe Tool*).

Використовуючи цей інструмент з MIDI-клавіатурою, необхідно обрати такт для запису, клацнувши по ньому лівою клавішею миші, після чого увімкнеться метроном, який надасть два такти до початку запису. Зауважимо, що у такому режимі записується MIDI-файл відповідної доріжки (партії) з параметрами гучності (*Velocity*). Хоч це і не віддзеркалюється у партитурі, такі дані будуть записані у фінальному файлі. Для точнішого відтворення мелодії користувач має обрати повільніший

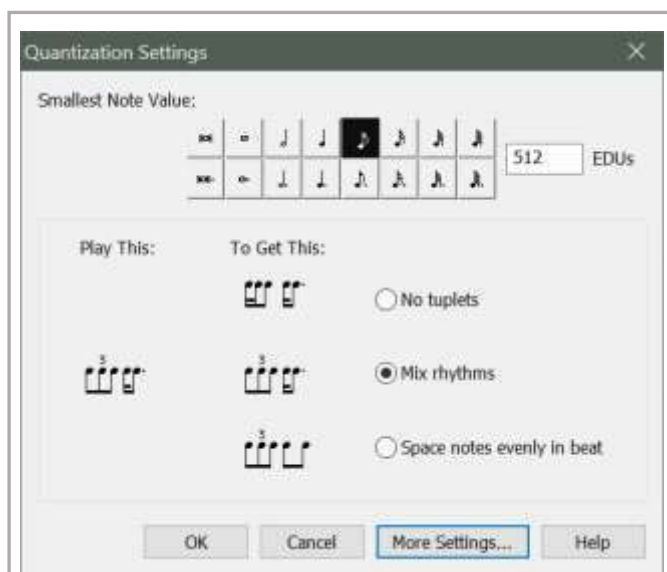


Мал. 51. Налаштування режиму швидкісного введення



Мал. 52. Налаштування відтворення партитури

темп для запису музичної партії та працювати над записами окремих фрагментів твору. Для початку необхідно у налаштуваннях відтворення (мал. 52) обрати можливість відтворення із заданого номера такту (*Current counter setting*).



Мал. 53. Налаштування квантизації



Мал. 54. Налаштування аудіо-параметрів
Finale

Наступним важливим параметром запису у режимі гіперскрайб є квантизація (англ. *Quantization* – квантування, вирівнювання). У вікні налаштування квантизації (мал. 53) можна обрати найкоротшу тривалість, яка зустрічається у творі (від 1/64 до цілої ноти) та варіанти поліритмії з інтерпретацією тріолей (без тріолей; змішаний ритм; рівномірний розподіл нот в такті). У додаткових параметрах (*More Settings*) можна налаштувати чутливість та мінімізацію пауз.

Оскільки нашою метою є запис MIDI-файлу, а не створення друкованої партитури, то його краще проводити безпосередньо у програмі-секвенсері, що дасть можливість коригувати всі необхідні MIDI-параметри. З іншого боку, як ми вже наголошували раніше, описаний підхід створення MIDI за допомогою програми Finale підходить за умови відсутності MIDI-клавіатури.

Налаштування **гіперскрайбу** для нотного запису за допомогою мікрофона проводиться у вікні

аудіо-налаштувань, яке знаходиться у головному меню програми *MIDI/Audio – Device Setup – Audio Setup* (мал. 54). У цьому вікні необхідно обрати драйвер своєї звукової карти зі списку, який може різнитися

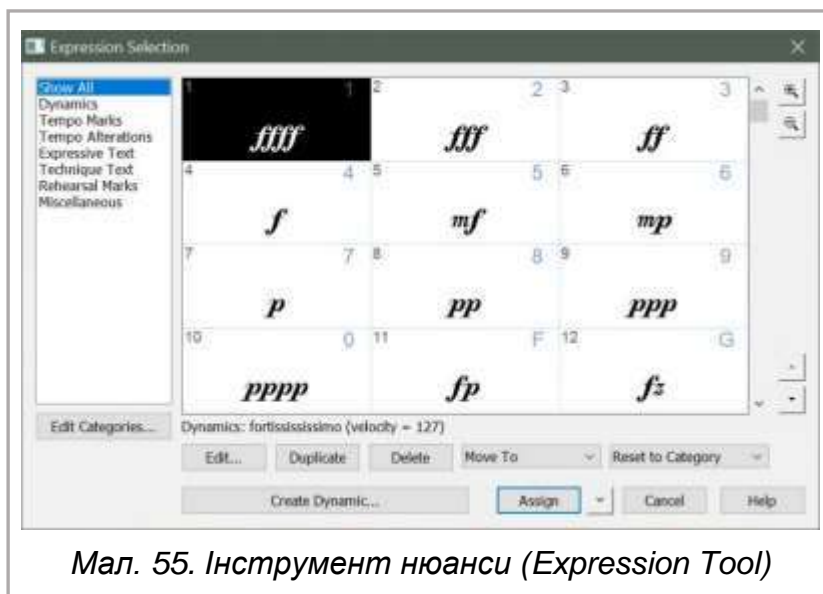
залежно від вашого обладнання. Для запису з найменшою затримкою краще обирати ASIO-драйвер (Audio Streaming Input Output), який поставляється у комплекті зі звуковими картами. Якщо використовується інтегрована звукова карта, можна скористатися безкоштовним універсальним ASIO-драйвером ASIO-4ALL. У цьому вікні також необхідно обрати вхідний канал мікрофона та налаштувати його рівень.

Щодо використання запису звукового потоку через мікрофон, його аналізу програмою та перетворення на послідовність нот, то краще застосовувати музичні інструменти з нескладними для аналізу тембрами, адже цей режим введення інформації на нинішньому етапі розвитку технологій недосконалий, а тому аналіз мелодії, виконаної, наприклад, людським голосом, здійснюватиметься з суттєвими неточностями. Усунення таких помилок у редагуванні партитури надзвичайно трудозатратний процес, неспівмірний з процесом нотного набору, а тому такий режим нотного запису може використовуватися лише у специфічних ситуаціях, коли немає змоги використати MIDI-клавіатуру або вводити інформацію стандартними інструментами.

Введення додаткової інформації

За створення партитури музичного твору у програмі Finale, окрім звуковисотної та ритмічної складових, до MIDI-файлу записуються дані інших параметрів виконання музики: динамічні відтінки, темп, штрихи, виконавські прийоми тощо. Це актуалізує введення такої інформації на етапі набору нотної партитури, що спрощує подальшу роботу з MIDI-файлом в інших програмах.

З використанням інструмента **нюанси** (*Expression Tool*) (мал. 55) користувачу доступна широка палітра позначень, зібрана у вікні за певними категоріями: сталими динамічними відтінками (*Dynamics*), темповими позначеннями (*Tempo Marks*),



Мал. 55. Інструмент нюанси (*Expression Tool*)

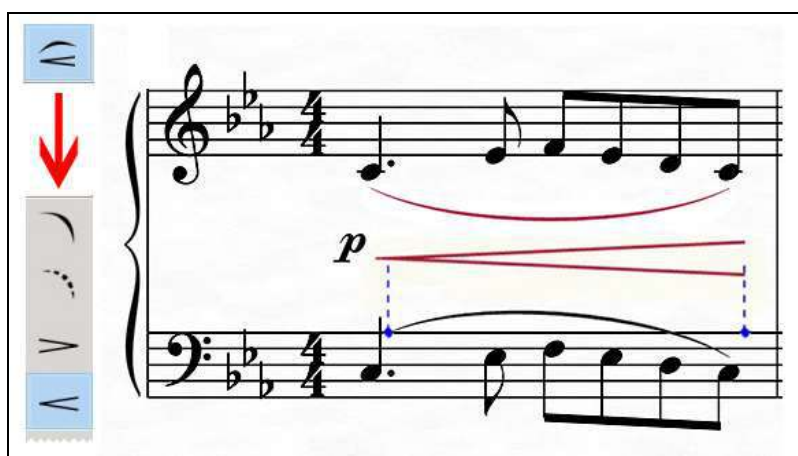
агогічними змінами (*Tempo Alterations*), експресивними текстовими позначеннями (*Expressive Text*), технічними позначеннями (*Technique Text*) та ін. Щоб застосувати позначення нюансу, необхідно обрати ноту та подвійним клацанням миші по ній обрати для неї необхідне позначення у вікні, що відкрилося (мал. 55).

Для кожного позначення можна застосувати свої особливі налаштування відтворення, які запишуться до MIDI-файлу, обравши пункт редагування (*Edit*) та параметри контролерів (*Type*) на вкладці відтворення (*Playback*). Динамічні відтінки, змінні у часі (крещендо, димінуендо), вводяться

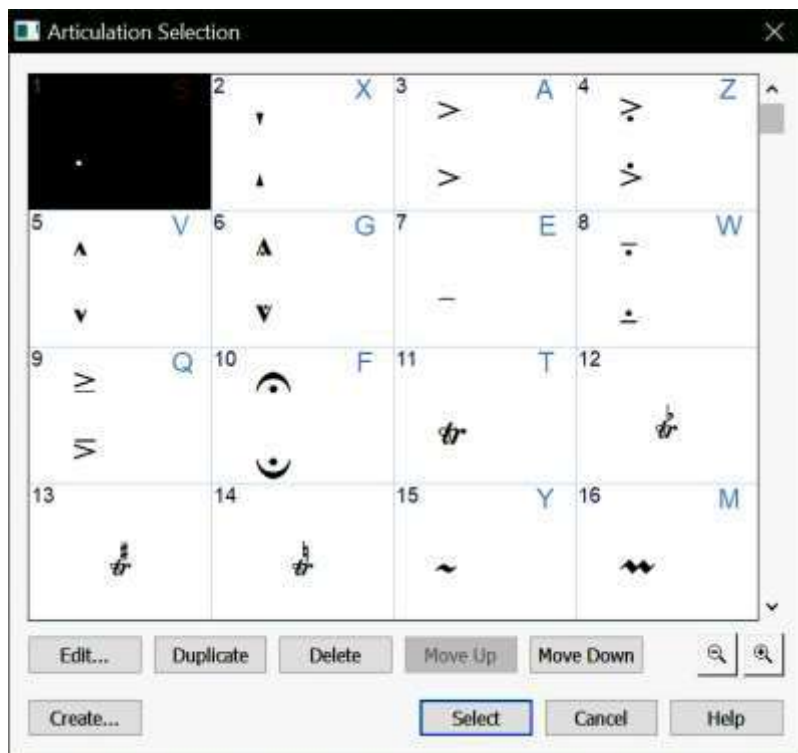
за допомогою інструмента *лігу і лінії* (*Smart Shape Tool*), прив'язуючи їх до певних фрагментів партитури (мал. 56).

Введення інформації про характер виконання, виконавський прийом відбувається за допомогою інструмента *знаки артикуляції* (*Articulation Tool*). Для введення позначення необхідно двічі клацнути на ноті чи акорді для відкриття діалогового вікна (мал. 57).

У діалоговому вікні можна обрати необхідний виконавський прийом та натиснути клавішу «обрати» (*Select*). Для швидкого введення знаків артикуляції розробники реалізували відповідність найбільш вживаних виконавських позначень те-



Мал. 56. Введення змінних динамічних відтінків за допомогою інструмента лігу і лінії (*Smart Shape Tool*)



Мал. 57. Інструмент артикуляції (*Articulation Tool*)

кстовим клавішам за англійським алфавітом: S – стакато, X – спікато, A – акцент, E – тенуто, F – фермата, T – трель тощо. Затиснувши відповідну клавішу, можна без діалогового вікна ставити позначки над нотами лівою клавішею миші в один клік.

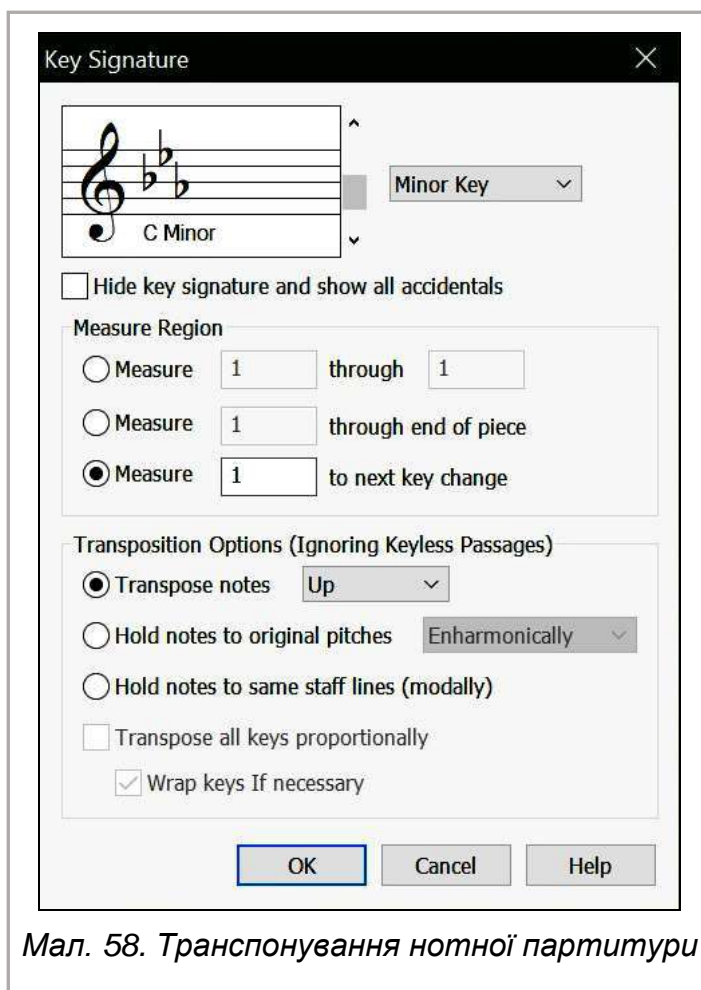
Використання різних виконавських прийомів за підготовки партитури до створення MIDI-файлу дозволяє урізноманітнити звучання партій, прибрати надмірну штучність та наблизити її до живої виконавської гри.

Транспонування нотної партитури

У роботі учителя музичного мистецтва зі шкільним музичним репертуаром часто виникає необхідність адаптувати його до виконавських можливостей учнів, що вимагає проведення транспозиції музичного твору. Транспозиція – це перенесення нотного матеріалу музичного твору з однієї тональності в іншу без будь-яких змін. Проводити транспозицію у нотних редакторах можна як на етапі набору нотного тексту, так і на етапі повної готовності партитури музичного твору.

Для проведення транспонування партитури необхідно скористатися інструментом **ключових знаків** (*Key Signature Tool*), обравши такт, з якого необхідно змінити тональність. Для транспонування всього музичного твору обирається перший такт, виділяючи його подвійним клацанням миші, після чого відкриється вікно з налаштуваннями (мал. 58).

У першому параметрі інструмента можна обрати необхідну тональність, зазначивши за допомогою стрілок тип і кількість ключових знаків. Водночас обирається лад – мажор, мінор, без ладу чи нестандартні лади, які можна нала-



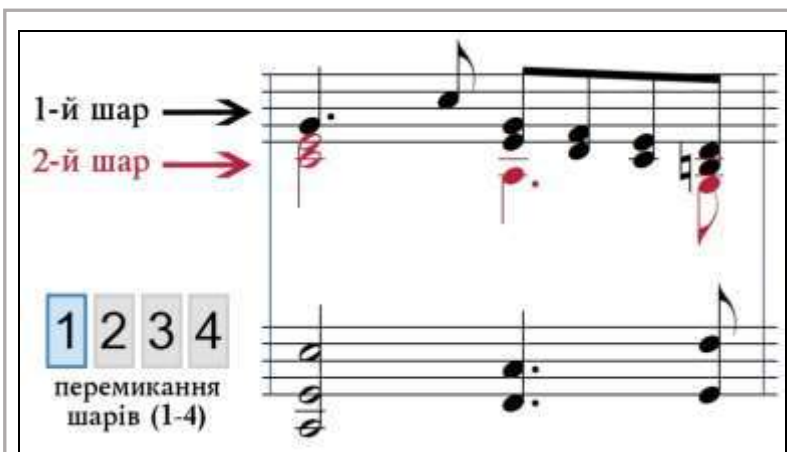
Мал. 58. Транспонування нотної партитури

штувати за допомогою ладової карти. Наступний параметр стосується відрізка музичного твору, який налаштовується за номерами тактів: від номера обраного такту до іншого номера; від номера обраного такту до кінця твору; від номера обраного такту до чергової зміни ключових знаків. Серед опцій транспонування доступні такі варіанти: зі зміщенням нот вгору/вниз (*Transpose notes Up/Down*) до визначеної тональності; зі збереженням оригінальної висоти нот енгармонічним або хроматичним методом (*Hold notes to original pitches – Enharmonically or Chromatically*); зі збереженням розміщення нот на лініях нотного стану модальним способом (*Hold notes to same staff lines (modally)*).

Зміни, які вносяться до нотного тексту за допомогою інструмента транспозиції, записуються до фінального MIDI-файлу, а тому для того щоб працювати над композицією у програмах-секвенсерах і мати друковану партитуру належної тональності, необхідно провести транспонування музичного твору перед етапом його збереження у форматі MIDI.

Збереження нотної партитури у MIDI-форматі

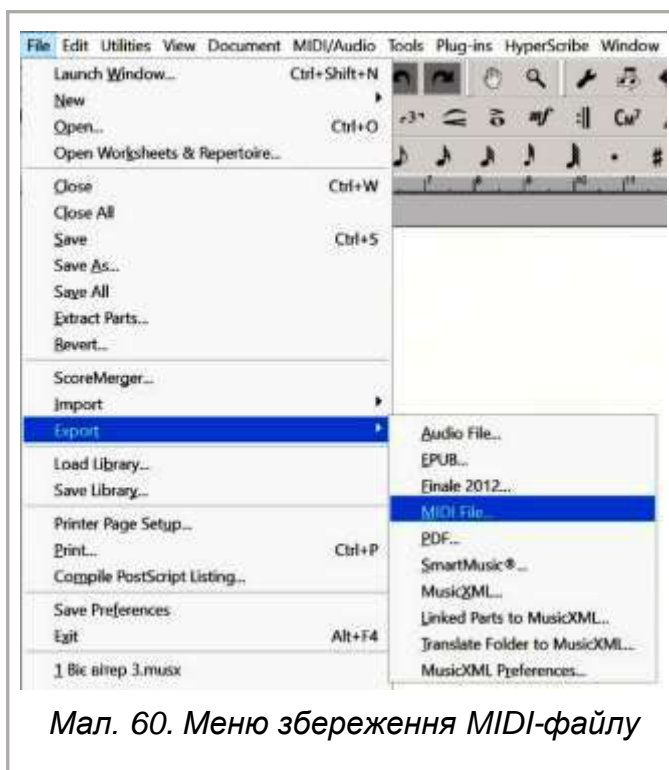
За підготовки партитури музичного твору до збереження у MIDI-форматі необхідно врахувати певні особливості, які визначають параметри майбутнього файлу. Насамперед це стосується правильності вказування складу ансамблю. За збереження партитури у MIDI-форматі кожен окремий нотний стан (партія) буде записана на окрему доріжку (трек), але якщо в межах одного нотного стану буде записано кілька голосів, то у MIDI-файлі вони не будуть розділені, а відтворюватимуться як одна партія. Вигляд багатоголосого нотного запису представлений на мал. 59, де перший голос записаний на першому шарі (ноти чорного кольору), а другий голос – на другому шарі (ноти червоного кольору). За необхідності можна також додати на нотний стан 3-й (ноти зеленого кольору) та 4-й (ноти синього кольору) голоси. Усі чотири голоси



Мал. 59. Багатоголосий запис (шари 1-4)

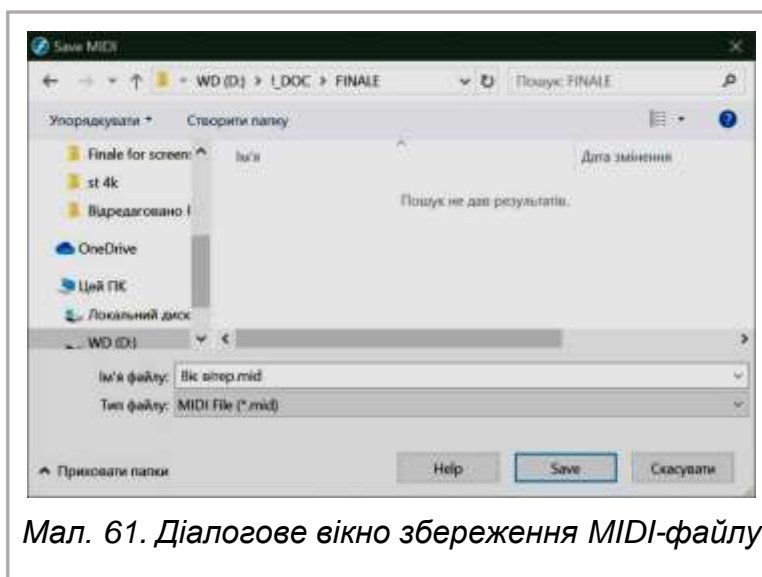
в межах одного стану будуть записані на одну доріжку. Якщо виникає необхідність розділити отримані голоси на різних доріжках MIDI-файлу, необхідно додати нотні стани та набрати їх окремо. Перемикання голосових шарів розміщене у лівому нижньому куті інтерфейсу (мал. 59).

Завершивши підготовку партитури музичного твору, необхідно її зберегти. У нотному редакторі стандартним форматом збереження проекту є файл нотації Finale з розширенням «*.mus» або «*.musx» (для новіших версій), але програма також підтримує універсальний формат нотних партитур Music XML («*.mxl», «*.musicxml»). Обидва ці формати сумісні з технологією MIDI, але для відкриття проекту музичного твору у програмах-секвенсерах або синтезаторах необхідно зберегти його у форматі MIDI-даних – «*.mid». Для цього необхідно скористатися головним меню програми: **File – Export – MIDI file...** (мал. 60).



Мал. 60. Меню збереження MIDI-файлу

У наступному вікні (мал. 61) необхідно вказати шлях збереження, назву файлу, його тип «*.mid» та натиснути кнопку «зберегти» (Save). У старіших версіях програми Finale пункту меню «Export» немає, а збереження MIDI-файлу відбувається за шляхом **File – Save As...**, де у діалоговому вікні збереження необхідно обрати тип файлу – MIDI File «*.mid».



Мал. 61. Діалогове вікно збереження MIDI-файлу

Наступне вікно (мал. 62) дозволяє обрати вид MIDI-файлу (MIDI File Type), після чого для зберігання необхідно натиснути **OK**.

Ми вже розглядали три види MIDI-файлів, з яких два (Формат 0 і 1) підтримується програмою Finale:

1. Формат 1 – усі інструменти записуються на окремих доріжках (Format 1 – all instruments saved to separate tracks).

2. Формат 0 – усі інструменти записуються на одну доріжку (Format 0 – all instruments saved into a single track).

3. Карта темпу (Tempo map).

Третій варіант створення MIDI-файлу передбачає запис до нього лише інформації про темп та його зміни впродовж відтворення музичного твору або певної кількості тактів.

Для зручного редагування експортованого MIDI-файлу у програмах багатоканального зведення необхідно обрати «*формат 1*», а подальшу роботу з ним більш детально ми розглянемо далі. Для відпрацювання практичних навичок роботи пропонуємо створити партитуру пісні шкільного репертуару та експортувати її у MIDI-файл формату 1.

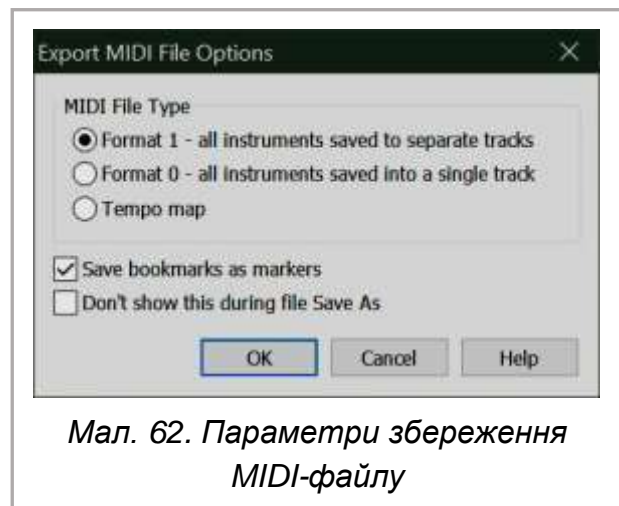
Запитання та завдання для самоперевірки:

1. Яким чином нотний запис та MIDI-дані поєднуються у програмах-нотаторах?
2. Які основні режими вводу нотної інформації доступні у програмі Finale?
3. Які інструменти та додаткові позначення дозволяють покращити якість виконання партитури музичного твору?
4. Як провести транспонування нотного тексту з однієї тональності в іншу?
5. Назвіть варіанти збереження нотного тексту у програмі Finale.

Практичні завдання:

1. Набрати фрагмент хорової партитури та провести її транспозицію на малу терцію вниз.
2. Зберегти партитуру набраного музичного твору у форматі MIDI.
3. Завантажити довільний MIDI-файл з мережі Інтернет та сформува-ти на його основі друкований варіант партитури музичного твору.

Література: 4, 6, 9, 24, 25, 35, 39, 41, 52, 54, 55.





2.2. ВИКОРИСТАННЯ СИНТЕЗАТОРНОГО АРАНЖЕРАТОРА ТА ЙОГО ПРОГРАМНИХ ЕМУЛЯТОРІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ АКОМПАНЕМЕНТУ

Для чіткого розуміння мети цього параграфу та описаних у ньому технологічних процесів у роботі з технологією MIDI необхідно спочатку дати визначення поняттям «акомпанемент» та «автоакомпанемент», якими ми будемо оперувати, коли пояснюватимемо один з варіантів створення аранжування музичного твору за допомогою комп'ютерних програм.

Музичний супровід та автоакомпанемент

За Енциклопедією сучасної України, **музичний акомпанемент** (від франц. *accompagner* – супроводжувати) – «функція музичного матеріалу, що полягає у доповненні, «відтінюванні» іншого мистецького (музичного, сценічного, образотворчого тощо) матеріалу, що звучить (експонується) одночасно»¹. Музичний акомпанемент може бути зовнішнім (музика до різних видів мистецтв – танців, вистав, образотворчих виставок, обрядів, ритуалів тощо) та внутрішнім (супровід сольної партії музичного твору). Визначення акомпанементу як явища, протилежного музичному соло, дозволяє розмежовувати функції виконавців-солістів (вокаліста, інструменталіста) і хорових, вокальних та інструментальних ансамблів. Акомпанувати солісту може як музичний колектив, так і один виконавець (акомпаніатор), використовуючи розвинений за фактурними можливостями музичний інструмент (клавішний, струнно-щипковий, ударний тощо). Так історично склалося, що поряд з поняттям музичного акомпанементу часто побутував **автоакомпанемент** (самосупровід), коли виконавець-співак поєднував у собі обидві ролі – соліста і акомпаніатора (ко-

¹ Акомпанемент музичний. *Енциклопедія сучасної України*. URL: <https://esu.com.ua/article-43474>

бзар, лірник, бандурист, ашуг, аед, бард та ін.). Автоакомпанемент – явище, притаманне найрізноманітнішим музичним стилям різних епох – від глибинного народного епосу до сучасних форм і стилів вокальної (джаз-, рок-, поп-музики) та інструментальної (акустичної, електронної) музики. З кінця ХХ ст. у світі музичного мистецтва набуло широкого поширення сольне «живе» виконання (вокальних, інструментальних) музичних творів під заздальгідь записаний акомпанемент – фонограму -1, що означає відсутність головної партії у такому записі, яку пізніше почали називати терміном «мінусовка». Звукозапис музичного твору, у якому присутні усі партії, називається плюсовим («плюсовка») і частіше використовується на телебаченні.

Створення акомпанементу (супроводу) до певного музичного твору, пісні, мелодії складає більшу частину роботи, пов'язаної зі створенням музики за допомогою комп'ютера і яку виконує аранжувальник, коло професійних функцій якого часто перетинаються із конкретними завданнями, що виникають у роботі вчителя музичного мистецтва зі школярами. Ще частіше вчителю музичного мистецтва доводиться акомпанувати учням, що актуалізує використання автоакомпанементу не тільки для створення музичних композицій чи фонограм, а й для створення живого музичного супроводу на уроках музичного мистецтва за допомогою синтезатора.

Будова модуля автоакомпанементу синтезатора: логіка та органи управління

Перші цифрові синтезатори набули надзвичайної популярності через можливість відтворювати звучання великої кількості музичних інструментів. Це дозволило музиканту, який володів лише фортепіанною клавіатурою, відтворити звучання не тільки клавішних інструментів (орган, клавесин, клавікорд), а безлічі інших (арфи, флейти, труби, скрипки тощо). Така надзвичайна універсальність синтезатора змогла реалізувати наступний еволюційний рівень розвитку електронних музичних інструментів – об'єднати велику кількість музичних інструментів у одночасному відтворенні партій музичного твору за керівництва одного музиканта.

Ідея ансамблевого автоакомпанементу у синтезаторах реалізовувалась за простою логікою запису багатоканальних MIDI-команд, за якою необхідно:

1) для кожного музичного стилю виокремити виконавський склад, характерні мелодичні та ритмічні звороти на певному музичному проміж-

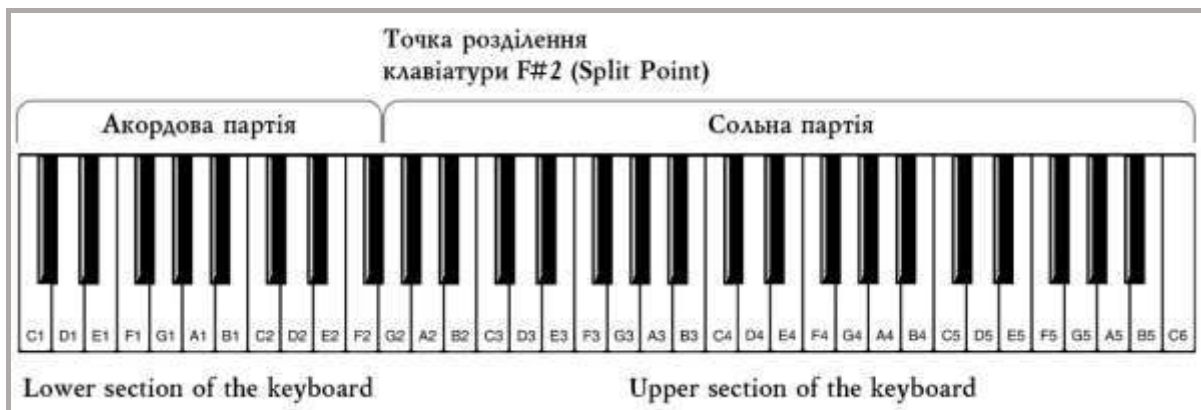
ку (2, 4 чи 8 тактів) та запрограмувати їх у спеціальний секвенсер – «аранжератор»;

2) закріплювати цей фрагмент для безперервного звучання;

3) змінювати у реальному часі гармонічні функції, які обігруються запрограмованим виконавським складом, а також разом із ним виконувати сольну партію.

Аранжератори для синтезаторів доступні у формі модулів (доповнення) двох варіантів: інтегрованого модуля в електронний музичний інструмент та модуля у формі окремого апаратного пристрою, який під'єднується до синтезатора через інтерфейс MIDI.

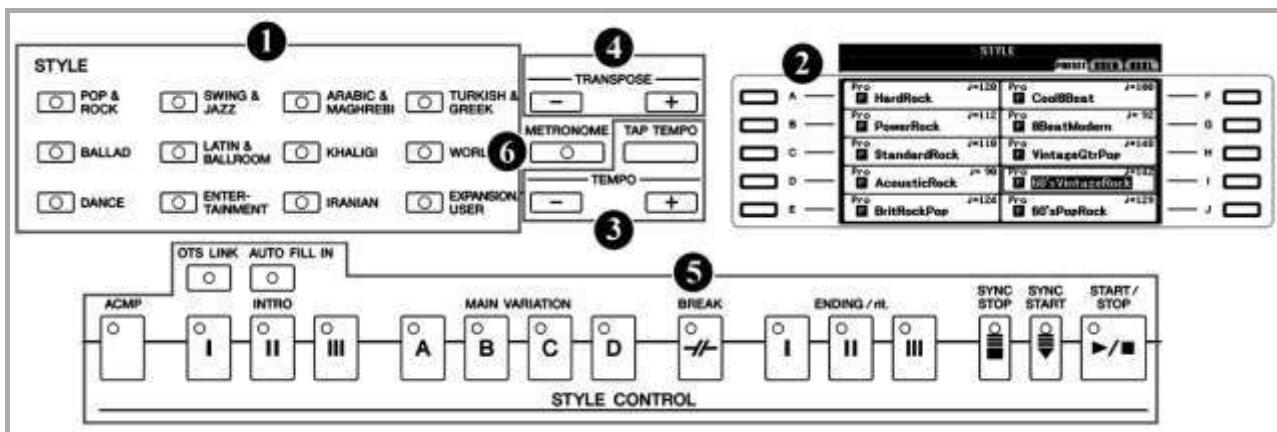
Процес музичного виконання з автоакомпанементом вимагає програмного поділу клавіатури синтезатора на дві частини (мал. 63): перша (нижня секція, 1-2 октава) – для керування ансамблем через введення гармонічних функцій лівою рукою; друга (висока секція, 3-5 октава або більше) – для виконання сольних партій правою рукою. На мал. 63 точка розділення клавіатури (*Split Point*) відповідає клавіші фа-дієз другої октави (F#2) та може налаштовуватись в обох напрямках, змінюючи ширину секцій.



Мал. 63. Налаштування розділення клавіатури на дві секції

У деяких сучасних моделях синтезаторів виробники реалізували інтелектуальний аналіз сольної гри для пошуку гармонічних функцій, що дозволяє відмовитись від поділу клавіатури і введення акордів лівою рукою, а звільнити її для гри сольних партій обома руками.

У різних виробників автоакомпанемент (Auto Accompaniment, Arranger) реалізований з деякими відмінностями, що стосуються параметрів, логіки управління, органів керування, але є і спільні риси для всіх синтезаторів, на яких ми зупинимось. На мал. 64 зображені органи керування модулем автоакомпанементу на популярних синтезаторах Yamaha.



Мал. 64. Керування автоакомпанементом на синтезаторах Yamaha

Для вдалої роботи з автоакомпанементом музиканту необхідно спочатку обрати стиль, який відповідає його музичному смаку та характеру музичного твору, зі списку доступних у синтезаторі або завантажити його через носій інформації або USB у пам'ять аранжератора. Стили групуються за категоріями Pop&Rock, Swing&Jazz, Ballad, Dance тощо. Обравши потрібну категорію (1), на екрані синтезатора (2) буде доступний список стилів, які можна обирати навігаційними клавішами (A-J). Наступним кроком стане вибір швидкості відтворення, яку можна визначити, використавши секцію *Tempo* (3). Поряд знаходиться секція зміни тональності загального звучання акомпанементу та сольної партії – *Transpose* (4). Обравши інструментальний тембр для сольної партії, можна розпочати виконання з клавіші *Start/Stop* або шляхом введення першого акорду з параметром *Sync Start*, розміщених у секції управління автоакомпанементом (5). Ця секція дозволяє обрати один з трьох варіантів вступів (*Intro I-III*), перемикається між чотирма варіаціями основної частини з переходами між ними (*Main Variation A, B, C, D*) та завершити твір однією з трьох варіантів коди (*Ending/rit. I-III*). Також у цій секції часто розміщуються клавіші раптового припинення звучання (*Break*), синхронного початку (*Sync Start*) та закінчення (*Sync Stop*) тощо. За необхідності ритмічного виконання сольних партій в епізодах музичного твору, де автоакомпанемент не використовується, можна скористатися інтегрованим метрономом (6), що корисно у запису композиції.

Синтезатор з автоакомпанементом у колах професійних музикантів часто через стереотипне мислення сприймався як щось неповноцінне, навчальне, здатне стати у нагоді лише музикантам-початківцям. Проте за час розвитку MIDI-технологій ця думка змінювалась пропорційно до розробки все досконаліших електронних музичних інструментів, можли-

вості яких розширювались, а звучання ставало ближчим до живого виконання. Технологічний розвиток дозволив не протиставляти синтезатори з автоакомпанементом сольному та колективному виконавству, а віднайти свою нішу у світі музики. Такі інструменти все частіше використовуються в концертних виступах, музичній освіті (відкриваються класи навчання гри на синтезаторах у дитячих музичних та мистецьких школах), а ще допомагають учителям музичного мистецтва в навчанні та музичному вихованні дітей у закладах загальної середньої освіти.

Програмні емулятори синтезаторних аранжераторів та їх налаштування для роботи над акомпанементом

Використання автоакомпанементу для роботи над власними аранжуваннями можливе і без синтезатора. Для цього існують спеціальні комп'ютерні програми-емюлятори, які відтворюють роботу синтезаторних аранжераторів. **Емуляція** – це процес відтворення програмними і апаратними засобами роботи інших програм, пристроїв та технологічних процесів. Емулятори синтезаторних автоакомпанементів дозволяють у реальному часі виконувати музичні композиції за допомогою комп'ютера та MIDI-клавіатури.

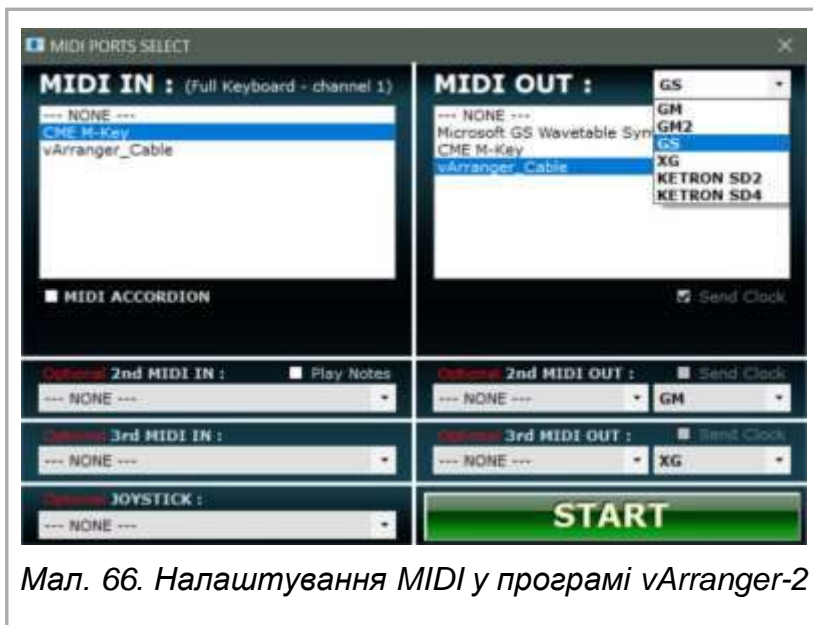
Серед такого програмного забезпечення популярним програмним емулятором є vArranger-2, інтерфейс якого побудований за логікою синтезаторних модулів автоакомпанементу з додаванням додаткових функціональних можливостей (мал. 65). Розглянемо програму детальніше.

Інтерфейс vArranger-2 має модульну структуру і складається з бібліотеки стилів (*My Songs*), розділених за категоріями (*Pop, Dance, Ballad, Swing, Folk* тощо); бібліотеки сольних інструментів (*Voice*), розділених за категоріями (*Piano, El.Piano, Chrome, Organ, Accordion* та ін.); мікшерного пульта з елементами управління для кожного інструмента акомпанементу та сольних партій; органів керування налаштуваннями (транспозицією, октавами, точкою розділення клавіатури тощо); секції клавіш вступу (*Intro*), варіацій (*Variation*), переходів (*Fill in*), закінчення (*Ending*); елементів керування відтворенням (*Start/Stop*), темпом (*Tempo*), синхронного старту і зупинки (*Sync Start/Stop*); клавіші налаштувань програми (*Options*), клавіші перезавантаження програми (*Panic*) тощо.



Мал. 65. Інтерфейс програмного автоаккомпанементу vArranger-2

Для використання повного функціоналу програмі vArranger-2 необхідно налаштувати. Насамперед для використання MIDI-клавіатури треба у вікні **MIDI Ports Select** (мал. 66), яке знаходиться за шляхом **Options–MIDI Ports** обрати у секції «MIDI-IN:» ваш пристрій (у моєму випадку MIDI-клавіатура CME M-key) та обрати його як джерело вводу MIDI-інформації. Також нижче у цій секції можна вказати додаткові MIDI-пристрої та визначити їх як друге, третє та четверте джерело (*2nd-, 3rd-, Joystick MIDI-In*).

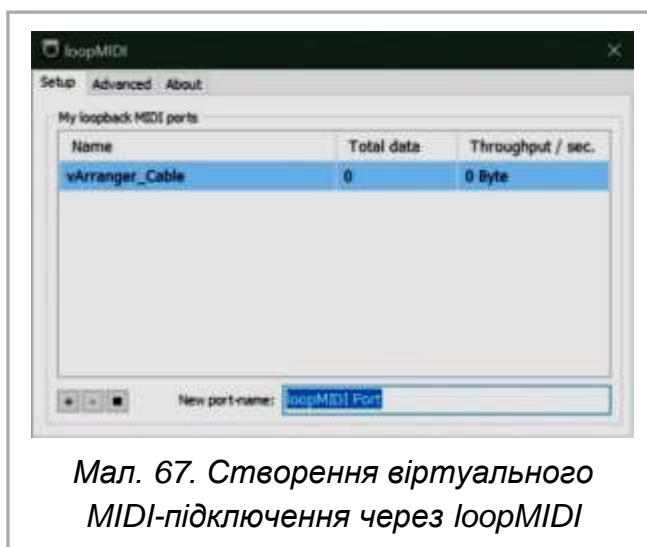


Мал. 66. Налаштування MIDI у програмі vArranger-2

Налаштування виводу MIDI-інформації проводиться за подібним підходом: у секції «MIDI-OUT:» обираємо віртуальний синтезатор для відтворення MIDI-команд; якщо використовується спеціалізована звукова карта з інтегрованим синтезатором, обираємо її як пристрій виводу; якщо

звукова інтегрована – обираємо «*Microsoft GS Wavetable Synth*». Також vArranger-2 може виводити сигнал на різноманітні програмні синтезатори та семплери, які можуть відтворювати акомпанемент кращими звуковими тембрами, що дозволяє створювати якісніші аранжування. Функціонал та роботу програмних синтезаторів і семплерів детальніше розглянемо далі. Щоб вивести сигнал з програми vArranger-2 на програмний синтезатор або семплер, необхідно створити віртуальне MIDI-підключення між програмами. Для цього можна використати різне спеціальне технічне програмне забезпечення, але ми розглянемо процес налаштування на популярній утиліті loopMIDI.

Для справної роботи loopMIDI має знаходитись у стані безперервного функціонування та запускатись через автозавантаження разом з операційною системою. У вікні програми (мал. 67) необхідно створити віртуальний порт-підключення, вказавши його назву (наприклад, «vArranger_Cable») та використавши опцію «+», додати його до списку портів (MIDI Ports).



Мал. 67. Створення віртуального MIDI-підключення через loopMIDI

Наступним етапом стане вибір створеного підключення у програмі vArranger-2 як основного способу виводу MIDI-сигналів (мал. 66). Важливим додатковим параметром виводу є вибір стандарту MIDI-даних (GM, GM2, GS, XG, Ketron SD2, Ketron SD4). Якщо у роботі використовуються стилі компанії Roland, обирати необхідно стандарти GM, GM2, GS; якщо використовуються стилі компанії Yamaha – стандарт XG; стилі компанії Ketron – обираємо SD2 або SD4. Це має значення у інтерпретації MIDI-сигналів синтезаторами чи семплерами. Найбільш універсальним стандартом є GM (General MIDI) та GM2, на якому функціонує більшість альтернативних виробників MIDI-стилів.

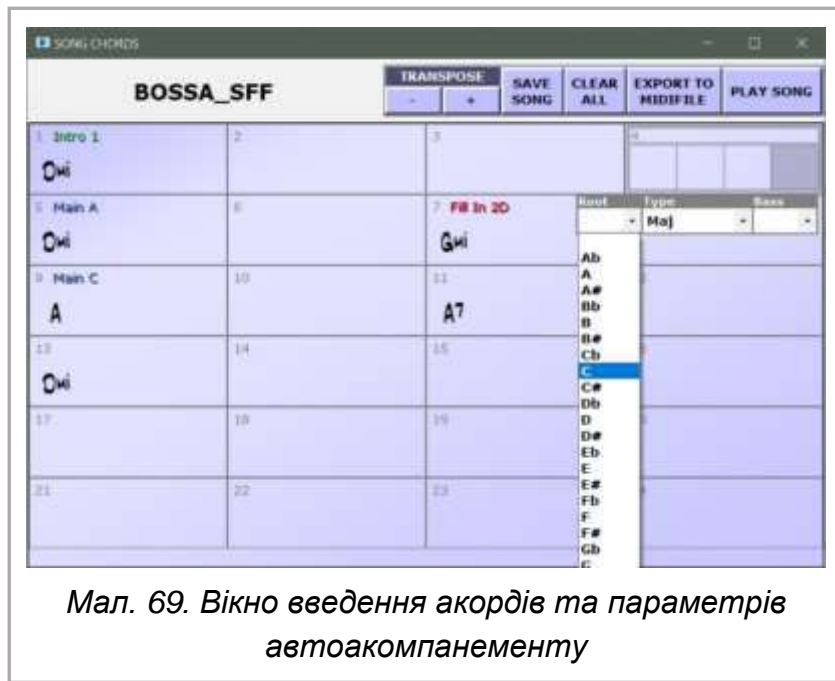
Вивівши MIDI-сигнал з vArranger-2 через створений порт, необхідно його інтерпретувати, озвучити за допомогою семплера. Для цього скористаємось програмою vSampler-3, у налаштуваннях якої у розділі **Options–MIDI–Devices** на першій вкладці «MIDI Inputs» треба обрати створене віртуальне підключення – «vArranger_Cable» (мал. 68).

Питання інтерпретації багатоканальних MIDI-сигналів складне і часто вимагає довготривалого тонкого налаштування через відмінності у роботі синтезаторних автоакомпанементів різних виробників та програмного забезпечення, яке не завжди може правильно відтворити отриману інформацію. Для цього як користувачі, так



Мал. 68. Налаштування вхідного джерела у vSampler-3

і компанії-виробники формують спеціалізовані бібліотеки тембрів музичних інструментів, які відповідають особливостям певних стандартів та здатні розв'язувати вузькі професійні завдання.



Мал. 69. Вікно введення акордів та параметрів автоакомпанементу

Важливим доповненням до функціоналу vArranger-2 є інтегрований модуль для введення гармонічних функцій та автоматизованого керування параметрами автоакомпанементу, який знаходиться за шляхом **Options–Song Chords** (мал. 69).

Використовуючи цей інструмент, користувач може обрати не-

обхідний стиль до своєї композиції на певному відрізку (кількості тактів), запрограмувати виконання гармонічних функцій, використовуючи інтернаціональну систему позначення акордів (див. Додаток 3). Вводити акорди можна на кожній долі такту, обираючи зі списку корінний звук (*Root*),

тип акорду (*Type*) та його обернення для відповідної басової гри (*Bass*). У такий самий спосіб вводяться позначки на тактах для зміни варіацій, додавання вступу чи закінчення. Після завершення роботи композицію можна зберегти у форматі стилю із введеними акордовими та виконавськими позначками, обравши пункт «*Save Song*» (мал. 69). Також поряд розміщуються клавiші транспонування композиції (*Transpose*), очищення поля тактів від введених позначок (*Clear All*), програвання (*Play Song*) та збереження композиції у MIDI-форматі (*Export to MIDI File*). Але щоб функція збереження була активною, обов'язково має бути позначений такт завершення твору (*Ending*). Використовуючи функцію, користувачі без особливого виконавського досвіду можуть створити простий акомпанемент до музичного твору, зберегти його у MIDI та продовжити роботу над покращенням такої фонограми у програмах-секвенсерах, що значно зекономить час, необхідний для прописування кожної партії окремо. Цей спосіб розширює можливості використання програмних аранжераторів для створення акомпанементів та дозволяє працювати без використання MIDI-клавіатури, що буде актуальним для музикантів-початківців. Такий підхід до аранжування виробники програмного забезпечення вдосконалили у новіших програмних продуктах, які ми розглянемо далі.

Запитання та завдання для самоперевірки:

1. Чим відрізняється автоакомпанемент від музичного супроводу?
2. Яким чином створюється автоакомпанемент на синтезаторі? Опишіть його структуру.
3. Які основні органи управління автоакомпанементом синтезатора? Дайте їм функціональну характеристику.
4. Назвіть відомі вам програмні емулятори синтезаторного автоакомпанементу.

Практичні завдання:

1. Підготуйте акомпанемент пісні шкільного музичного репертуару із використанням аранжувальника синтезатора (підібрати стиль, акорди та сольні партії).
2. Використовуючи програму *vArranger-2*, оберіть стиль до довільної дитячої пісні, пропишіть сітку акордів у модулі гармонічних функцій та збережіть композицію у MIDI-форматі.

Література: 9, 16, 19, 26, 36, 57, 58.



2.3. СТВОРЕННЯ АКОМПАНЕМЕНТУ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ У ПРОГРАМІ- АРАНЖУВАЛЬНИКУ BAND-IN-A-BOX

Використання інформаційних технологій для створення музики, зокрема аранжувань музичних творів, стало невід'ємною частиною професійної діяльності як музикантів-практиків, виконавців, так і викладачів музичного мистецтва навчальних закладів усіх рівнів (загальноосвітніх, спеціалізованих мистецьких, коледжів та вишів). Як окрема галузь музичної науки, комп'ютерне аранжування – молодий і прогресивний напрям у музичній творчості, який завойовує дедалі більше прихильників серед музикантів-професіоналів та звичайних користувачів, зацікавлених музичним мистецтвом. Насамперед це залежить від того, що завдяки інформаційним технологіям складний процес аранжування та операційно-виконавських дій, які вимагали від аранжувальника досить ґрунтовної професійної підготовки, став технічно простішим та доступнішими для сприйняття. Сприяли цьому також електронні музичні інструменти, серед яких синтезатори з модулями створення автоакомпанементу. Поєднання можливостей цих двох галузей дозволило виробникам програмного забезпечення розробити музичні програми-аранжувальники, за допомогою яких творчий процес аранжування музичного твору на комп'ютері може відбуватися абсолютно без використання MIDI-клавіатури завдяки зручному інтерфейсу та логічно структурованому процесу. Однією з найбільш функціональних комп'ютерних програм є Band-in-a-Box від компанії PG Music. Її особливістю порівняно з програмною vArranger-2 є відсутність можливості створення акомпанементу у реальному часі (як на синтезаторі, вводячи гармонічні функції «на льоту»), що компенсується набагато ширшими програмними та технологічними інструментами для створення аранжування, які також підвищують інтерес студентської молоді до якіснішої професійної підготовки та дозволяють їм розкрити свій потенціал у ролі композитора-аранжувальника.

Будова інтерфейсу та налаштування програми Vand-in-a-Vox

Комп'ютерна програма Vand-in-a-Vox, побудована за технологією віртуального аранжератора, дозволяє записати послідовність акордів на певному проміжку тактів, обрати необхідний стиль композиції зі списку, дописати сольні партії та зберегти проєкт музичного твору у MIDI-форматі, що уможлиблює продовження роботи над ним у інших програмах. Хоч кінцевий результат аранжування музичного твору у програмі Vand-in-a-Vox доволі непоганої якості і може повноцінно використовуватись вчителем музичного мистецтва, без додаткових програм-секвенсерів або багатоканальних редакторів не обійтись для формування якісного музичного супроводу (фонограми –1), що вимагає тонкої роботи з тембральними характеристиками музичних інструментів, ефектами, належним проведенням процесів зведення та мастерингу. З цієї позиції доцільно буде розглядати функції та можливості віртуального аранжувальника, пов'язані насамперед зі створенням партій ансамблевого супроводу, структурою музичного твору, обігруванням гармонічних функцій, хоча програма також може змінювати тембральні характеристики інструментів та проводити їх зведення за допомогою інтегрованого мікшера.

Інтерфейс програми Vand-in-a-Vox розділений на кілька робочих зон (мал. 70): у першій зоні (1) розміщуються панелі інструментів (*File, Transport, Views, Tools, Tracks*), каталоги композицій та стилів (*Song, Style*), налаштування композиції (*Settings*); у другій зоні (2) – робоче поле тактів (*Measure; Bar*); у третій робочій зоні (3) доступний програмний мікшер з елементами управління для всіх ансамблевих і сольних музичних партій.

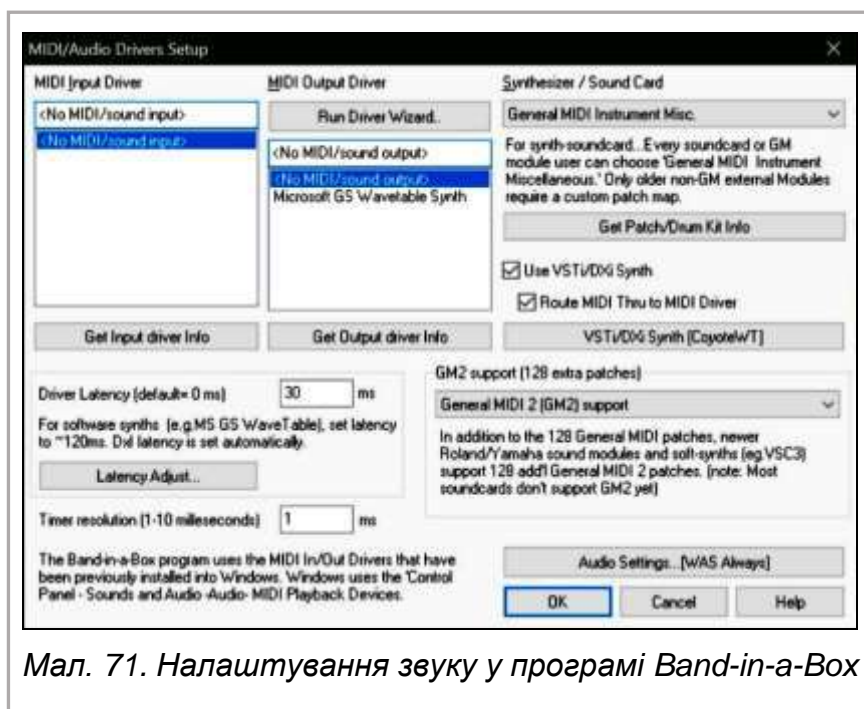


Мал. 70. Інтерфейс програми Vand-in-a-Vox

Вигляд інтерфейсу важливий для організації зручного та функціонального робочого простору для формування структури музичного твору, введення акордів та налаштування параметрів відтворення. Вигляд інтерфейсу можна змінювати у пункті меню *Window*, обираючи необхідні вікна, яким відповідають способи введення інформації, параметри робочого простору (*Notation, Lead Sheet Window, Lyric, Audio Edit, Track Piano Roll*) та інші додаткові вікна, які також можна викликати комбінаціями гарячих клавіш. Серед таких допоміжних можна обрати вікно клавіатури фортепіано – *Big Piano Roll Window (Ctrl+Shift+N)*, вікно ударних інструментів – *Drum Kit Window (Ctrl+Shift+D)*, вікно гітарних ладів – *Guitar Window (Ctrl+Shift+G)*, вікно мікшера – *Floating Mixer Window (Ctrl+Shift+M)* та інші. Для збільшення робочого простору зручно застосовувати повноекранний режим введення акордів (*Full Chord Sheet View*), який вмикається відповідним пунктом меню або комбінацією клавіш *Ctrl+T*. У пункті меню *Window* доступні корисні функції, серед яких монітор MIDI-даних (*MIDI Monitor*), що віддзеркалює у реальному часі значення контролерів та даних, що передаються; гітарний тюнер (*Guitar Tuner*), який працює за допомогою мікрофона і може використовуватись для налаштування акустичних інструментів. Більшість інших робочих вікон або функцій продубльовані у формі функціональних клавіш на панелях інструментів.

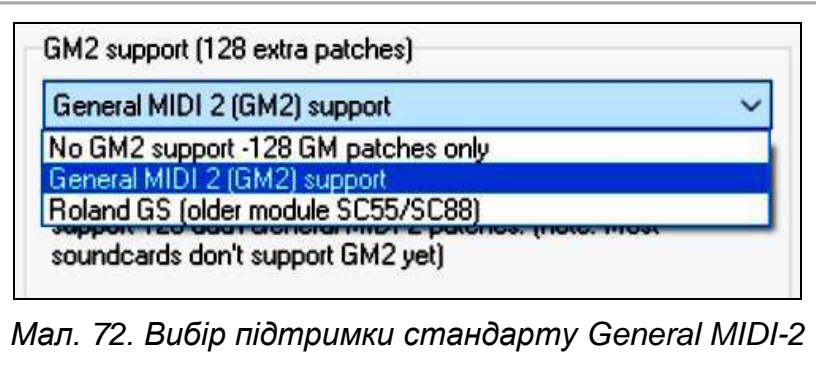
Налаштувавши зручний інтерфейс програми *Band-in-a-Box*, важливо перед початком роботи налаштувати й звукові параметри. Для цього необхідно перейти до розділу ***Options – MIDI/Audio Driver Setup***. За необхідності записати не тільки акомпанемент, а й сольні партії, у вікні налаштувань (мал. 71) серед списку у меню *MIDI Input Driver* треба обрати свою MIDI-клавіатуру.

У розділі *MIDI Output Driver* можна обрати програмний або апаратний секвенсер для виводу MIDI, ці повідомлення



Мал. 71. Налаштування звуку у програмі *Band-in-a-Box*

також будуть доступні через MIDI TRU. Наступний параметр – формат MIDI-повідомлень, який обирається у розділі *Synthesizer/Sound Card*, його можна налаштувати під конкретну



Мал. 72. Вибір підтримки стандарту General MIDI-2

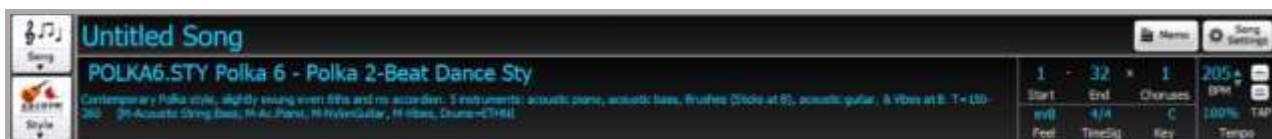
модель синтезатора різних виробників. Якщо такої потреби немає, у вікні списку найкраще обрати *General MIDI Instrument Misc*, що дозволить створювати MIDI-файли кращої сумісності з іншими програмами, а також забезпечити підтримку стандарту *General MIDI-2 (GM2 support)* для використання ширшого переліку музичних інструментів (мал. 72). Ці зміни будуть враховуватись у час збереження композиції у форматі MIDI.

У підпункті *Audio Settings* налаштовується аудіодрайвер звукової карти, серед варіантів є можливість обрати MME, ASIO, WAS. MME (Microsoft Multimedia Environment) – стандартний драйвер у операційній системі Windows, на якому будується мультимедійне середовище Майкрософт. Його особливістю є висока затримка аудіосигналу та обмежені можливості відтворення якісного цифрового звуку. Драйвер ASIO (Audio Stream Input/Output) дозволяє мінімізувати звукову затримку між джерелами звуку за звукозапису партій, але він частіше використовується з професійним обладнанням і працює не з усіма звуковими картами. WAS (Windows Audio Session) – вдосконалений драйвер операційної системи Windows останніх випусків (Win 10-11), який характеризується низькою затримкою сигналу та прямим зв'язком програми для роботи зі звуком з аудіоінтерфейсом звукової карти, обходячи системний мікшер. На відміну від ASIO драйвер WAS може працювати з великою кількістю різноманітного програмного та апаратного забезпечення.

Для кращого озвучення акомпанементу в самій програмі *Vand-in-a-Box* і можливості оцінити звучання акомпанементу на слух необхідно обрати використання віртуальних синтезаторів (*Use VSTi/DXi Synth*), поставивши відмітку навпроти цього параметра (мал. 71). Ці зміни вплинуть лише на звучання акомпанементу у процесі редагування композиції та її експорті у аудіоформаті, але не вплинуть на звучання кінцевого MIDI-файлу. Більш детальні тембральні зміни музичних партій варто проводити на етапі роботи над музичним твором у програмах багатоканального зведення.

Вибір стилю для майбутньої композиції. Структура каталогу

У секції керування параметрами композиції (мал. 73) знаходяться: клавіша виклику каталогу збережених проєктів музичних творів, дані про їх назву (*Untitled Song*), клавіша виклику каталогу музичних стилів, назва поточного стилю (*Polka6.STY*), стислі відомості про склад групи акомпануючих інструментів, музичні параметри (кількість тактів, розмір, темп, тональність).



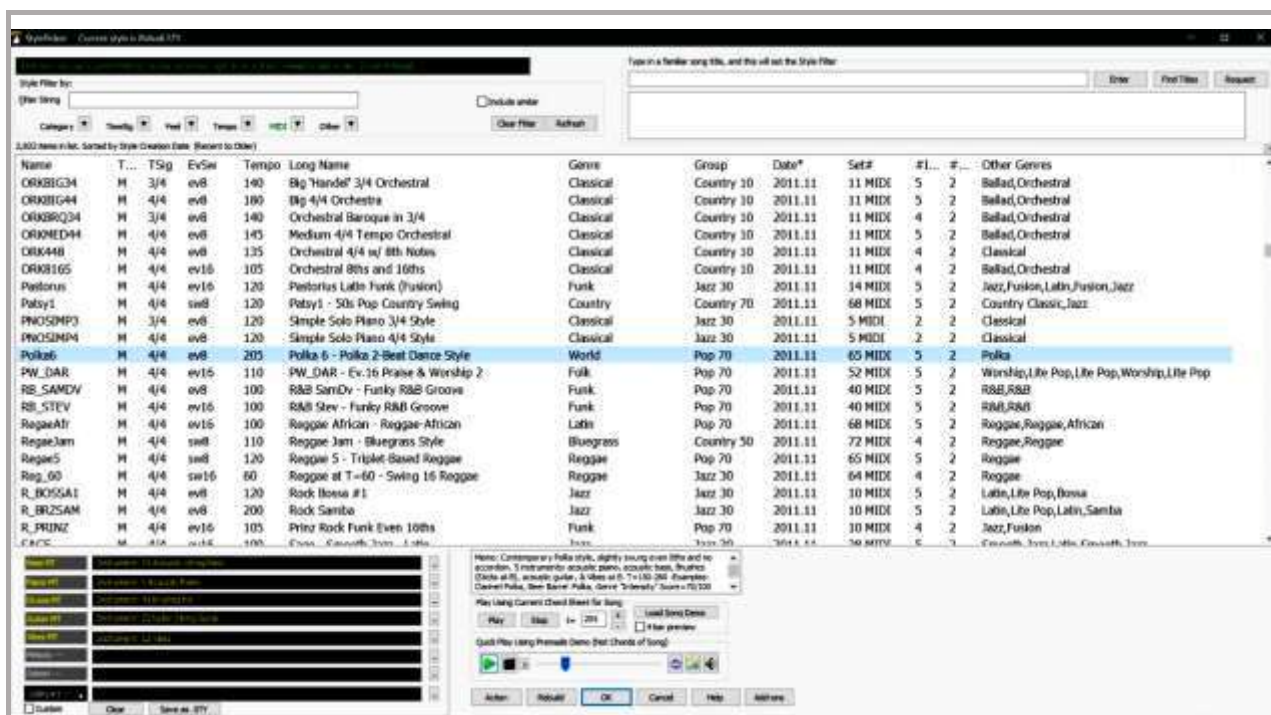
Мал. 73. Панель налаштування композиції

Тека (*Song*) дозволяє зберегти та каталогізувати робочі проєкти музичних творів. На відміну від збереження у MIDI-форматі запис проєкту композиції дає можливість користувачу вносити будь-які зміни – від редагування сольних партій, гармонічних функцій до повної зміни музичного стилю. Проводити вибір чи зміну музичного стилю композиції можна як перед введенням гармонічних функцій і формуванням структури музичного твору, так і на будь-якій стадії готовності проєкту. Для цього в програмі передбачений структурований каталог (*Style*) з детальними характеристиками стилів та можливістю їх демонстраційного прослуховування (мал. 74). Вікно вибору стилів продемонстроване у формі таблиці, у якій для зручного пошуку використані списки за горизонталлю та категорії за вертикаллю. Категорії дозволяють відсортовувати стилі за певними параметрами. Це спрощує пошук необхідного стилю та суттєво економить час, що зручно, якщо бібліотека стилів налічує тисячі одиниць.

Категорії (колонки), за якими відбувається каталогізація стилів:

1. **Name** – назва музичного стилю (скорочена назва).
2. **Type** – тип стилю (M – з винятково MIDI-доріжками, R («Real») – з аудіодоріжками, записаними патернами, RM («Real+MIDI») – змішані стилі).
3. **TSig** (*Time signature*) – музичний розмір (2/4, 3/4, 4/4 і т.д.).
4. **EvSw** (*Swing, Even*) [sw8, sw16, ev8, ev16] – типи стилів за насиченістю звукової фактури, чергування нотних тривалостей в акомпанементі (8 – повільні восьмі, 16 – швидкі шістнадцяті; ev – рівномірний ритм; sw – з ритмічними затриманнями).
5. **Tempo** – темп.

6. **Long name** – повна назва стилю.
7. **Genre** – жанр.
8. **Group** – група.
9. **Date** – дата.
10. **Set#** – номер колекції (набір).
11. **#Inst** – кількість музичних інструментів, партій (виконавський склад).
12. **#Substyles** – кількість варіацій стилю, підгруп.
13. **Other Genre** – глобальні групи жанрів (схожі стилі).



Мал. 74. Каталог музичних стилів Band-in-a-Box

Використання категорій дозволяє сортувати список стилів за певним параметром або проводити фільтрацію списків за багатьма параметрами. Одночасно можна використати фільтрацію за жанровими категоріями, темпом, музичним розміром, типом, за назвою стилю або його частиною, а також специфічними параметрами (*Other*).

Обравши зі списку певний стиль, можна переглянути виконавський склад (список музичних партій, тип інструментів), який розміщений у лівому нижньому куті каталогу. Поряд знаходиться вікно з детальною характеристикою музичного стилю, а нижче розміщуються елементи управління прослуховуванням стилів, які реалізовані у двох форматах:

- прослуховування у MIDI-форматі з використанням акордової сітки вашого проекту музичного твору (*Play Using Current Chord Sheet for Song*);

- прослуховування у форматі аудіо заготовленої demo композиції, яка не стосується проекту, а лише показує приклад застосування того чи того стилю каталогу (*Quick Play Using Premade Demo (Not Chord of Song)*).

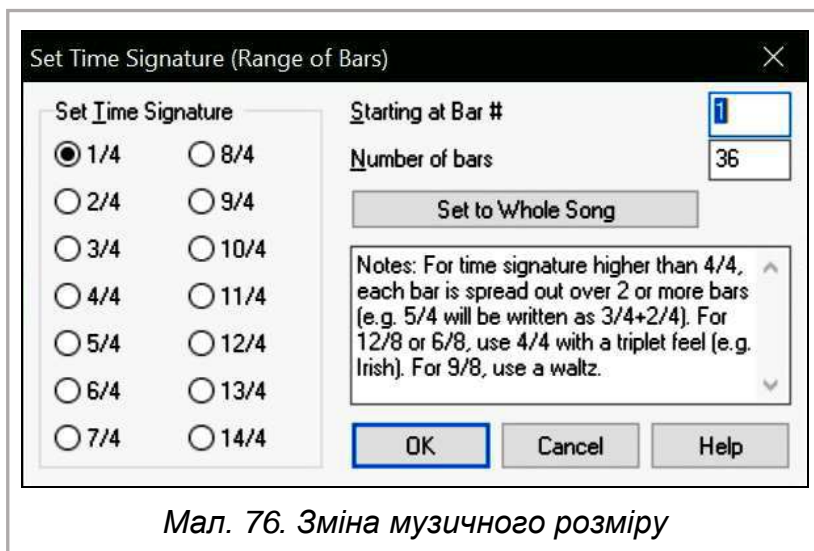
Використовувати у роботі demo-версії стилів (демонстраційних варіантів) можна також у MIDI-форматі із завантаженням попередньо записаних гармонічних функцій та сольних партій. Для цього розробники реалізували також функцію **Load Song Demo**. Обравши демонстраційний проект, користувач може вносити будь-які зміни до композиції, що дозволяє початківцям попрактикуватися у роботі з програмою.

Після вибору з каталогу музичного стилю (звичайного чи демонстраційного) користувач може провести додаткові налаштування (мал. 75): вказати тактові межі та репризи, змінити тональність композиції, темп, музичний розмір та ритмічну структуру акомпанементу.



Мал. 75. Параметри композиції

Натискання на відповідний параметр відкриває додаткове вікно, до якого вносяться необхідні зміни. Наприклад, щоб змінити музичний розмір певної частини або всієї композиції, необхідно клацнути на поточний розмір, а у вікні (мал. 76) обрати зі списку потрібний розмір та вказати номери тактів, з якого до якого відбудуватиметься ця зміна.



Мал. 76. Зміна музичного розміру

За зміни музичного розміру необхідно врахувати, що розміри, більші за 4/4, будуть інтерпретуватись програмою як послідовність кількох простих розмірів (5/4 – як 3/4+2/4; 12/8 – як 4/4 з параметром тріолей на кожній долі – *Triplet Fill*; 6/8 – 2/4 з *Triplet Fill*; 9/8 – 3/4 з *Triplet Fill* і т.д.).

Аналогічним способом користувач може змінити тональність композиції, обравши зі списку відповідне цифрове позначення. Таким способом у програмі Band-in-a-Box реалізовується функція транспонування композиції (*Transpose and Set Key Signature*), яка може задіюватись у будь-який момент незалежно від стадії готовності проекту. Для цього до-

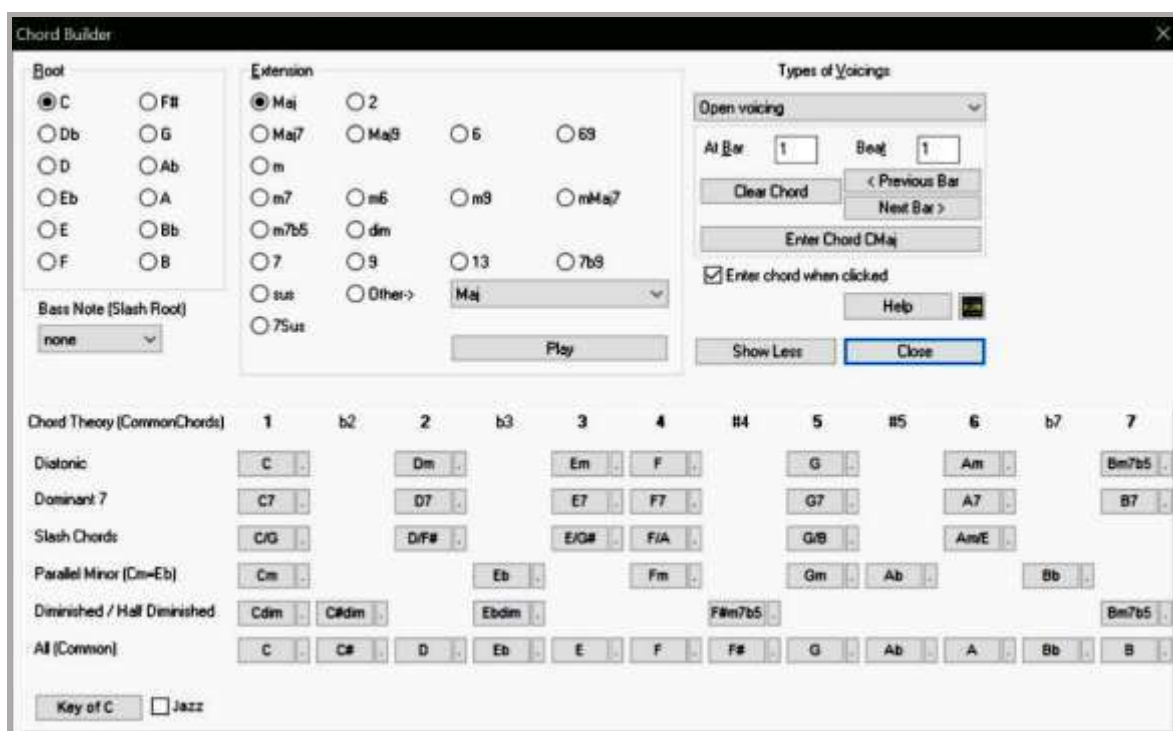
статньо вказати тонічний звук та лад – мажор (Maj) або мінор (Min). Зміну тональності можна провести без транспонування всієї композиції, а лише змінити ключові знаки (*Just Set Key Signature (no transpose)*).

Налаштування темпу (*Tempo*) композиції (мал. 75) можна проводити кількома способами: виставляючи кількість ударів метронома (долей) за хвилину (BPM); змінюючи стандартний запрограмований темп обраного стилю, виставляючи зміни у процентному співвідношенні (%); використовуючи клавіші *TAP* для визначення темпу за швидкістю чотирьох послідовних натисків.

Основні методи введення акордів

Введення акордів у *Vand-in-a-Box* проводиться на робочому полі тактів (*Measure*) з обиранням необхідної позиції курсора – номера та частини такту. Для введення акордів доступні три основні методи: запис за допомогою інструмента *Chord Builder*; введення букво-цифрового позначення акорду за допомогою клавіатури ПК; введення акордів за допомогою MIDI-клавіатури.

Використання інструмента побудови акордів ***Chord Builder***, (*Ctrl+Shift+B*) дозволяє вводити їх до кожної тактової позиції, використовуючи вікно-конструктор (мал. 77), який складається з двох частин: таблиці створення акордів і таблиці акордів до кожного ступеня певної тональності.



Мал. 77. Інструмент вводу акордів (*Chord Builder*)

Використовуючи таблицю створення акордів (верхня частина мал. 77), введення відбувається шляхом обрання основного звуку акорду (Root) і його виду, характеру (*Extensions*). Зауважимо, що у програмі *Vand-in-a-Box* реалізоване енгармонічнорівне позначення висоти звуків (Наприклад, C# = Db; D# = Eb; F# = Gb; G# = Ab; A# = Bb), а тому для побудови послідовності акордів і їх правильного звучання не обов'язково використовувати точно виписані гармонічні функції для обраної тональності, що полегшує роботу музикантам-початківцям. Наприклад, програма однаково виконує G#m7 і Abm7, D#7 та Eb7 тощо. У секції *Extensions* представлені найбільш вживані типи акордів (тризвуків, септакордів, нонакордів), але можна додати будь-який акорд з вкладки *Other*. Також у цій секції знаходиться клавіша *Play*, яка дозволяє прослухати звучання обраного акорду, а його введення у поле тактів відбувається за допомогою клавіші *Enter Chord* або автоматично, якщо поставити позначку навпроти параметру *Enter chord when clicked*. Для використання акордових обернень або інших специфічних гармонічних конструкцій, за допомогою функції *Bass Note (Slash Root)* можна вказати будь-який звук, який обігруватиметься у басовій партії в момент виконання введеного акорду. Після введення акорду для зміни тактової позиції можна скористатися курсором для вибору наступного такту або клавішами навігації < (*Previous Bar*) і > (*Next Bar*). Видалення введеного акорду проводиться за допомогою функції *Clear Chord* або клавішею *Delete* з клавіатури ПК.

Іншим способом введення є використання таблиці акордів (нижня частина мал. 77), яка включає їх найбільш вживані типи, розміщені у хроматичному порядку в секції *Chord Theory (Common chords)*, для кожного ступеня обраної тональності. Вказати тоніку для генерації послідовності акордів можна в лівій нижній частині вікна за допомогою клавіші *Key of C*. Акордова палітра будується для кожного ступеня за типами: діатонічні тризвуки (*Diatonic*), доміантсептакорди (*Dominant 7*), обернення акордів (*Slash Chords*), акорди паралельного мінору (*Parallel Minor*), зменшені акорди (*Diminished/Half Diminished*) та загальні для всіх ступенів (*All (Common)*).

Для музики *Pop* характерні переважно акорди-тризвуки, але в жанрі *Jazz* використовуються складніші акорди – септакорди та нонакорди. Для джазової музики розробники реалізували відповідну акордову сітку, яку можна застосувати, поставивши позначку навпроти параметра *Jazz* у лівому нижньому куті вікна (мал. 78).

Chord Theory (CommonChords)	1	b2	2	b3	3	4	#4	5	#5	6	b7	7
Diatonic	CMAJ7		Dm7		Em7	FMAJ7		G7		Am7		Bm7b5
Dominant 7	C7		D7		E7	F7		G7		A7		B7
Slash Chords	CMAJ7/G		D/F#		E7/G#	FMAJ7/A		G7/B		Am7/E		
Parallel Minor (Cm=Eb)	Cm7		Dm7b5	EbMAJ7		Fm6		Gm7	AbMAJ7		Bb7	
Diminished / Half Diminished	Cdim	C#dim	Dm7b5	Ebdim	Em7b5		F#m7b5					Bm7b5
All (Common)	C	C#	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B

Key of C Jazz

Мал. 78. Джазова акордова палітра

Другий спосіб введення інформації – прописування акордових позначень (цифровок) з використанням клавіатури комп'ютера. Вибір тактової позиції відбувається за допомогою каретки та стрілок (вліво, вправо, вверх, вниз) на клавіатурі. Обравши потрібну позицію, необхідно прописати основний звук акорду (C, D, E, F, G, A, B), його вид (мажор, мінор, септакорд тощо) та натиснути *Enter*. Введення нечутливе до регістру і проводиться обов'язково з англійською розкладкою клавіатури. Наприклад, фа-мінор можна ввести, використовуючи комбінацію «Fm» або «fm». Для швидкого вводу акордів також використовуються знаки: «#» – дієз; «b» – бемоль; «m» – мінор; «maj» – мажор; «7» – доміантсептакорд; «m7» – мінорний септакорд; «/» – для позначення обернення, басового звуку тощо. Мажорні акорди можуть вводиться лише із зазначенням основної ноти (*Root*) без необхідності прописувати «maj». Курсор рухається за цілими або половинками тактів, але якщо є необхідність введення акордів на окремих долях такту можна прописати на одному робочому проміжку кілька позначень, розділивши їх комами (Fm, F#maj7, G7 тощо). Даний спосіб введення акордів відрізняється більшою швидкістю та підходить для користувачів, які вже мають базову музичну підготовку, досвід роботи з комп'ютером та знають гармонічні функції своєї композиції.

Третій спосіб введення акордів реалізовується за допомогою MIDI-клавіатури. Для цього необхідно у вікні налаштування (див. мал. 71) обрати її як джерело MIDI-інформації (*MIDI Input Driver*), що дозволить програмі аналізувати та пропонувати її цифрове позначення. Для використання такого методу необхідно обрати інструмент аналізу гри на MIDI-клавіатурі, який знаходиться у розділі **Window – MIDI Chord Detection... – MIDI Chord Detection**. Після зіграного акорду, у вікні (мал. 79) на першій позиції буде вказаний акорд відповідним цифровим позначенням та запропоновані програмою його альтернативні варіанти на позиціях 2-4. Для введення відповідного акорду, необхідно обрати його клавішею,

яка розміщена навпроти або використати сполучення клавіш *Ctrl+Shift+Enter*. Для введення основного акорду достатньо використати комбінацію клавіш *Ctrl+Enter*, після чого акорд записується до робочого поля композиції.

Після введення акорду курсор переходить до наступного такту або його частини. Для керування позицією курсору у вікні цього інструмента



Мал. 79. Введення акордів за допомогою MIDI-клавіатури

(мал. 79) розміщені навігаційні клавіші («<», «>») та функція скидування (*Reset*) переліку запропонованих акордів. Цей спосіб введення акордів підходить різним категоріям користувачів, він корисний для аранжування музичних творів та підбору гармонічних функцій «на слух» або в ситуаціях, коли важко визначити точну цифровку акорду. Однак він вимагає наявності MIDI-клавіатури та не може функціонувати без неї, тому у музичній практиці використовується рідше за інструмент *Chord Builder*.

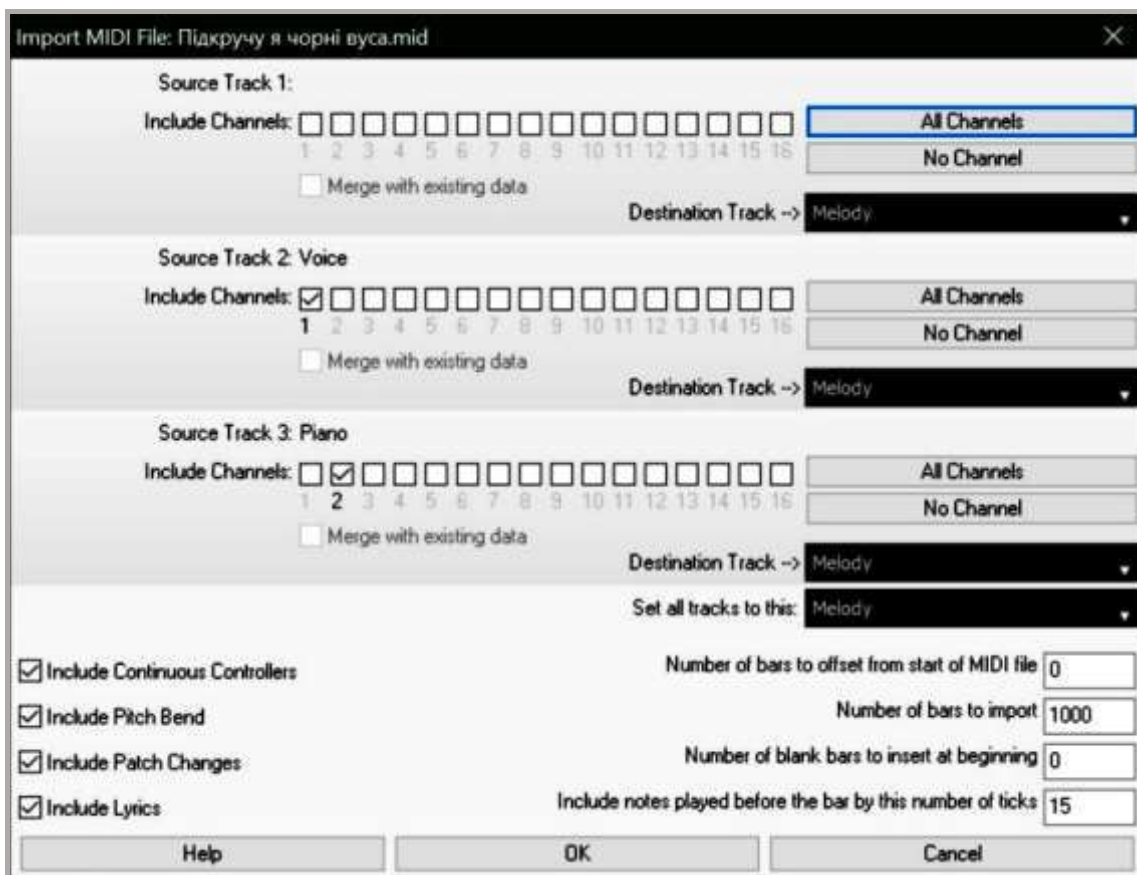
Імпорт мелодії та акордів з MIDI-файлів

За наявності попередньо підготовленого нотного матеріалу композиції, збереженого у MIDI-форматі, програма *Vand-in-a-Vox* дає можливість інтегрувати його до проекту кількома способами.

До проекту можна долучити сольні партії записаних MIDI-файлів формату 1. Для цього необхідно перейти за шляхом головного меню програми: ***Melody – Edit Melody Track – Import Melody from MIDI file***. Альтернативний варіант: ***File – Import – Import Melody from MIDI file***. Далі у вікні провідника обрати потрібний MIDI-файл та імпортувати його до програми.

У наступному вікні (мал. 80) необхідно обрати один або кілька каналів (інструментальних доріжок), які після аналізу програма диференціює за назвою треків та назвою інструментів з одночасним позначенням номера каналу, у якому виявлена музична партія. За замовчуванням після аналізу виділяються усі інструментальні треки, але користувач може вибрати лише той трек, в якому знаходиться сольна партія. Нижче, під кожною доріжкою MIDI-файлу, розміщується параметр *Destination Track*,

навпроти якого вказується трек проекту, куди записується мелодична лінія. Його можна змінити на *Melody*, *Soloist* або будь-який інший (*Utility#1-16*). Для доріжок, у яких немає потреби, можна обрати параметр «не імпортувати» (*Do Not Import*). Додаткові параметри імпорту дозволяють вказати, з якого такту MIDI-файлу розпочати імпорт мелодії (*Number of bars to offset from start of MIDI file*), кількість тактів, які треба додати (*Number of bars to import?*), кількість пустих тактів, які треба додати до проекту перед початком мелодії (*Number of blank bars to insert at beginning*), можливість додавання артикуляцій, ультракоротких тривалостей та нот, розміщених до початку першого такту на певну кількість позначок (*Include notes played before the bar by this number of ticks*), а також додаткових даних: звуковисотних контролерів (*Include Continuous Controllers*), змінних звуковисотних параметрів (*Include Pitch Bend*), змінних інструментальних тембрів (*Include Patch Changes*), вокального тексту (*Include Lyrics*). За наявності у проекті композиції сольних доріжок імпортовані дані можна додати на нову доріжку (канал) або поєднати з уже наявною партією. Для цього необхідно поставити позначку навпроти параметра *Merge with existing data*. У цьому випадку нотний матеріал двох доріжок об'єднується і буде виконуватись лише одним музичним інструментом.



Мал. 80. Імпорт мелодії з MIDI-файлу

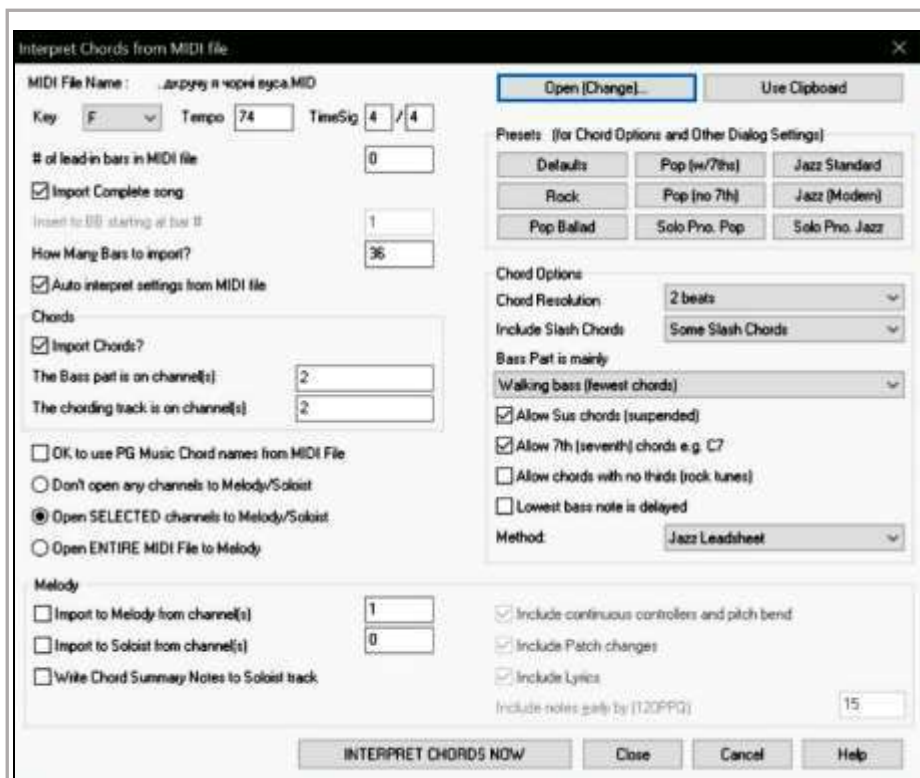
Змінювати деякі параметри імпортованих мелодичних партій (треків) можна також у процесі роботи над композицією. Насамперед це стосується зміни інструментів (тембрів), що зручніше проводити під час відтворення композиції з допомогою програмного мікшера.

У першій колонці мікшера (мал. 81) на вкладці *Patches* розміщуються назви доріжок (*Track*) групи-акомпаніатора та імпортованих треків, а також елементи керування треками (M – Mute; S – Solo). У другій колонці навпроти кожного треку вказаний музичний інструмент (тембр), який виконує певну партію. Клацнувши назву інструмента, можна його змінити, обравши інший із запропонованих патчів (банків інструментів – GM, GM2 або інші).



Мал. 81. Зміна музичних інструментів (*Patches*)

Окрім імпорту треків та партій з MIDI-файлів, у програмі *Vand-in-a-Box* реалізована можливість імпорту акордів без додавання самого нотного матеріалу.



Мал. 82. Імпорт акордів з MIDI-файлів

Ця функція працює на основі гармонічного аналізу програмою всіх доріжок MIDI-файлу. Скористатися функцією імпорту акордів (мал. 82) можна з головного меню програми (**File – Import – Import Chords from MIDI file (MIDI Chord Wizard)**) або за допомогою комбінації клавіш *Ctrl+Alt+I*.

У вікні імпорту акордів (мал. 82) спочатку необхідно обрати MIDI для аналізу, скориставшись клавішею *Open/Change* та провідником. Після відкриття файлу у лівому верхньому куті вікна з'являться його параметри: назва файлу (*.mid), тональність (*Key*), темп (*Tempo*), музичний розмір (*TimeSig*), кількість тактів до вступу (*# of lead-in bars in MIDI file*), параметри автоматичної інтерпретації налаштувань (*Auto interpret settings from MIDI file*), відправна точка імпорту (№ такту або вся композиція – *Import Complete song*), кількість тактів для імпорту (*How Many Bars to import?*).

Для імпорту акордів (*Chords*) MIDI-файлу та налаштування основних параметрів аналізу необхідно виконати такі дії:

1) вказати номер каналу, на якому записана басова партія (*The Bass part is on channel*);

2) вказати номери каналів, на яких записані партії-акомпаніатори (*The chording track is on channel*);

3) обрати частоту зміни акордів – доля, дві долі, такт тощо (*Resolution – 1 beat, 2 beat, 1 bar, 2 bar ...*);

4) налаштувати інтерпретацію зменшених тризвуків та септакордів (*Allow Sus chords; Allow 7th chords*);

5) обрати метод аналізу (*Method – Jazz Leadsheet* або *Pop/Country*), який надає перевагу тризвукам або септакордам.

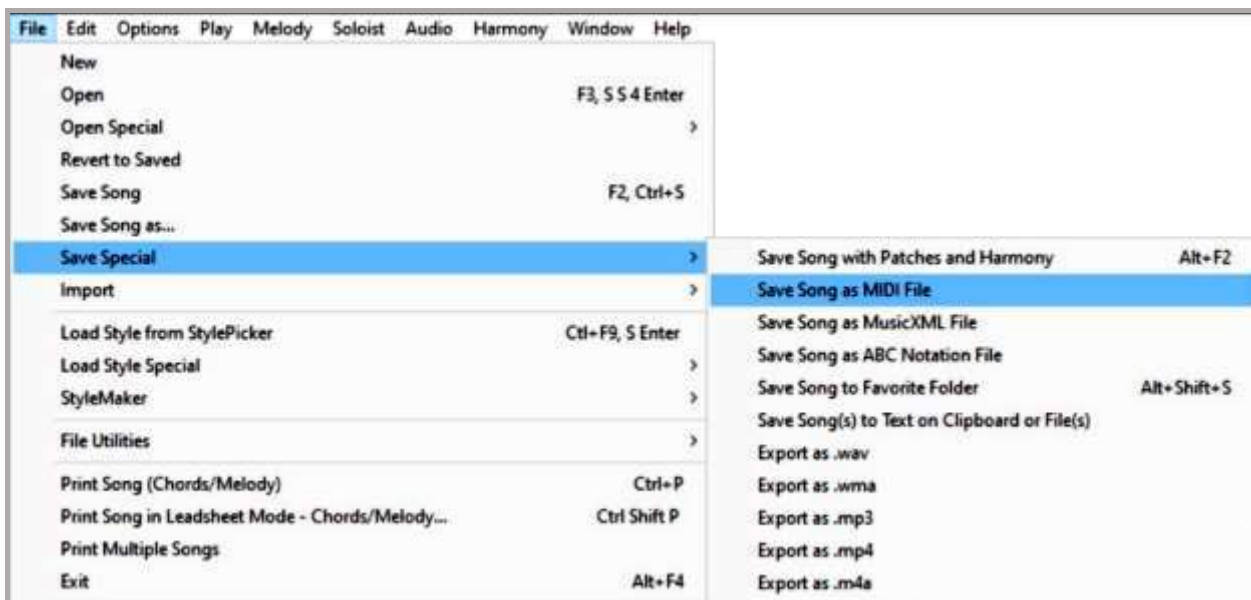
Обрані канали у пунктах 1 і 2 (бас та акомпанемент) можуть імпортуватися до композиції на сольні доріжки проєкту одночасно з аналізом MIDI-файлу, для цього необхідно обрати параметр *Open SELECTED channels to Melody/Soloist*.

Точність гармонічного аналізу залежить від фактури музичного матеріалу. Найбільшої точності виявлення акордів вдається досягти у композиціях гомофонно-гармонічної та акордової фактури, найбільш складні для пошуку акордів – поліфонічні твори. Тому виявлені гармонічні функції часто потребують додаткової корекції користувачем-аранжувальником.

Експорт проєкту у MIDI-форматі

Після завершення роботи над проєктом його необхідно зберегти в одному із доступних форматів. Віртуальний аранжератор *Vand-in-a-Vox* дозволяє зберігати композиції у аудіо- та MIDI-форматах. За умов, коли аранжування музичного твору повністю завершено, а у програмі *Vand-in-a-Vox* записані усі партії, здійснене їх зведення, композиція може бути

збережена в популярних форматах аудіоданих: wav, mp3, wma, mp4, m4a. Для цього необхідно скористатися меню програми **File – Save Special – Export as** та обрати необхідний формат аудіо, після чого розпочнеться процес рендеру (*Render*). У програмі також реалізована можливість збереження композиції у форматах нотного запису – Music XML File та ABC Notation File (мал. 83).

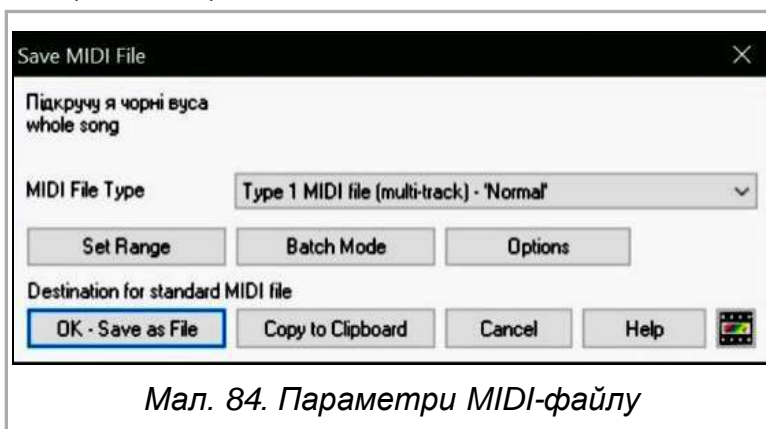


Мал. 83. Збереження проєкту композиції у MIDI-форматі

Дотримуючись підходу до організації робочого процесу над аранжуванням музичних творів з використанням комп'ютерного програмного забезпечення, описаного у попередніх параграфах посібника, проєкт композиції необхідно зберегти у форматі MIDI, що дасть можливість працювати з ним у програмах DAW.

Для збереження проєкту композиції у MIDI-форматі необхідно скористатися головним меню програми **File – Save Special** та обрати варіант експорту **Save Song as MIDI file** (мал. 83).

У наступному вікні програма запропонує обрати параметри збереження MIDI-формату (мал. 84) насамперед треба встановити тип формату 1 (*Type 1 MIDI file (multi-track)*), що дозволить зберегти кожну інструментальну партію на окремому каналі (доріжці).



Мал. 84. Параметри MIDI-файлу

Якщо треба зберегти лише частину композиції, необхідно обрати функцію *Set Range* та діапазон тактів для збереження (*Part of Song*). Для збереження всієї композиції – обрати параметр *Whole Song*. Специфічні параметри збереження MIDI-файлів можна налаштувати за допомогою вікна *Options* (мал. 85).

Після налаштування всіх параметрів необхідно клацнути клавішу **OK–Save as File**, після чого відкриється вікно провідника, у якому можна назвати файл та зберегти його до потрібної папки комп'ютера. З цього моменту продовжується робота над аранжуванням музичного твору у програмах багатоканального зведення.



Мал. 85. Специфічні параметри збереження MIDI-файлів (*Options*)

Запитання та завдання для самоперевірки:

1. З яких структурних компонентів складається каталог музичних стилів комп'ютерної програми *Vand-in-a-Vox*?
2. Яким чином змінити стиль та фактуру акомпанементу, не змінюючи гармонічної структури композиції?
3. Назвіть основні способи введення акордів у *Vand-in-a-Vox*.

Практичні завдання:

1. Підготуйте проєкт музичного твору із використанням комп'ютерної програми *Vand-in-a-Vox*, записавши гармонічні функції за допомогою інструмента *Chord Builder*.

Література: 8, 15, 16, 29, 36, 43, 47, 54, 58.



2.4. КОМП'ЮТЕРНЕ АРАНЖУВАННЯ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ У ПРОГРАМАХ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ЗВЕДЕННЯ

Аранжування музичних творів на комп'ютері нерозривно пов'язане з процесом зведення виконавських партій. **Зведення** – це процес поєднання багатьох доріжок (мікшування) в єдину, цілісну і збалансовану композицію, передбачає усунення частотних конфліктів між партіями, паразитних резонансів, насичення гармоніками, обробку ефектами тощо.

Як уже відомо, ранній період розвитку програмного забезпечення для багатоканального зведення характеризувався чітким поділом між програмами для роботи з аудіо, які переважно використовувались для звукозапису, та програмами-секвенсерами для роботи з MIDI-матеріалом, які використовувались для створення музики. До першої категорії належить популярний аудіоредактор **Adobe Audition**, який дозволяє працювати з багатоканальним аудіо завдяки можливості одночасного запису/відтворення матеріалу, розміщеного на окремих доріжках – треках (track). Друга категорія програм реалізує подібний підхід до роботи з MIDI-файлами і представлена такими популярними програмами-секвенсерами, як **Steinberg Cubase, Cakewalk Sonar, Cocos Reaper** та багатьма іншими. Зазначимо, що для розвитку інформаційних технологій музичної галузі пріоритетним напрямом стала універсальність, а тому більшість програм-секвенсерів з часом набула широких можливостей для роботи не тільки з MIDI-файлами, а з аудіо, що дозволило розвинути таке програмне забезпечення до рівня цифрових звукових робочих станцій (DAW). До їх найбільш значущих технічних характеристик належить:

- поєднання в одному проєкті музичного твору як аудіо, так і MIDI-доріжок;
- одночасний запис матеріалу з багатьох джерел на окремі доріжки (multi track);
- використання окремо для кожного треку великої кількості різноманітних плаґінів (від англ. *Plug-In* – підключати) та ефектів, дос-

тупних у формі додаткових програмних модулів, що значно розширює творчі можливості;

- використання віртуального мікшера для зведення музичного матеріалу з різних доріжок у збалансовану композицію.

Такі риси притаманні більшості сучасним програмам багатоканального зведення, відмінності ж стосуються частіше будови інтерфейсу, незначних технічних характеристик, робочих інструментів, зручності користування та ергономіки. Це знову приводить нас до думки, що для вчителя музичного мистецтва головною є кінцева мета, результат роботи, який він прагне отримати, а не вивчення великої кількості однотипного програмного забезпечення. Опанувавши один з найбільш універсальних програмних інструментів, вчитель музичного мистецтва буде готовий до розв'язання найрізноманітніших професійних завдань у сфері музичної освіти та виконавської діяльності. Зважаючи на схожість програмного забезпечення для багатоканального зведення, у цьому параграфі ми зосередимося на вивченні типових операцій в аранжуванні музичних творів за допомогою програмного забезпечення **Steinberg Cubase Pro**.

Особливості роботи з музичним редактором Cubase Pro

Серед великої кількості комп'ютерних програм для роботи з музичною інформацією найбільш вирізняється **Steinberg Cubase Pro** завдяки найбільш збалансованим можливостям для роботи як з аудіо, так і з MIDI-файлами. Розробники програми з самого початку заклали широкий функціонал та простір для подальших вдосконалень, що дало змогу очолити світові рейтинги найбільш вдалих та універсальних DAW.

Програма побудована за традиційною для більшості звукового обладнання модульною логікою та включає аудіоредактор, MIDI-секвенсер, мікшерну консоль, ефекти, різноманітні VST-плаґіни, а також у пізніших версіях з'явилися також семплерні доріжки, багатоканальні моніторні лінії та ін. Зауважимо, що функціонал програми Cubase значно розширюється за допомогою додаткових модулів – VST-плаґінів (Virtual Studio Technology). Цей стандарт плаґінів (VST, VST2, VST3) віртуальних синтезаторів та звукових ефектів був вперше запроваджений компанією Steinberg у 1996 році і швидко став основою для розробки нових програмних додатків для більшості виробників музичного програмного забезпечення.

Інтерфейс програми Cubase (мал. 86) складається з головного (текстового) меню, панелі інструментів та робочої зони, яка охоплює велику кількість секцій. Ергономіка програми виконана на найвищому рівні, а тому інтерфейс програми за бажанням користувача можна налаштувати під власні потреби, змінюючи будову секцій, їх кількість, вигляд і порядок.



Мал. 86. Інтерфейс програми Cubase Pro

Програма Cubase Pro орієнтована на професійне використання у галузі звукозапису, створення музики та саунд-дизайну, а тому чимало програмних функцій для виконання завдань, які виникають у роботі вчителя музичного мистецтва, можуть ним не застосовуватись, а інколи ускладнювати вивчення такого програмного забезпечення зі студентами. Налаштування інтерфейсу програми дозволяє побудувати індивідуальний та функціональний робочий простір, орієнтований на виконання конкретних завдань користувача, що збільшить продуктивність робочого процесу, не обтяжуючи його програмними функціями, які ним не використовуються.

Для аранжування музичних творів переважно використовуються: головна секція проєкту (*Standard*), транспортна панель (*Transport*), інспектор треків (*Inspector*), MIDI-редактор (*Editor*), мікшерна секція (*MixConsole*), вікно налаштування каналів (*Channel Settings*), секція керування семплами (*Sampler Control*), акордова секція (*Chord Pads*) та ін. Операції з цими секціями складає основну частину роботи над проєктом, а тому на більшості з них ми зосередимо увагу.

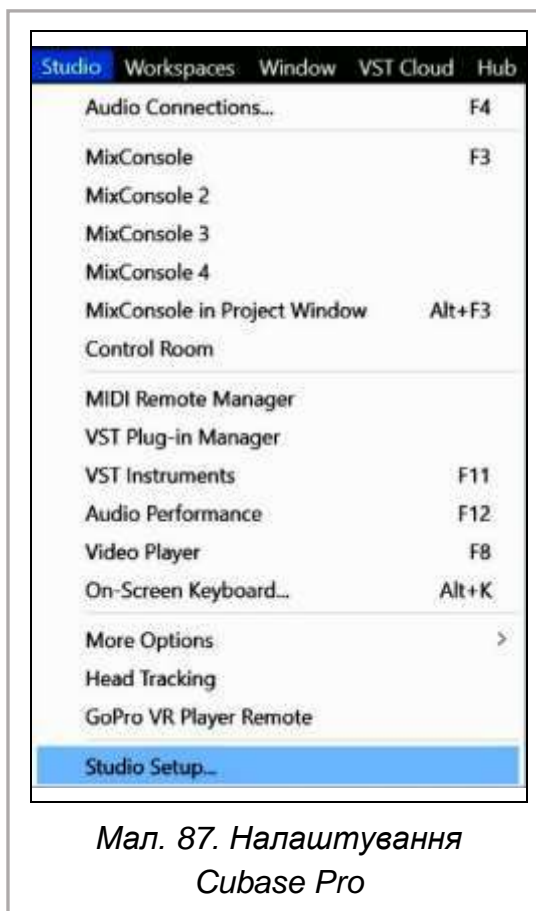
Налаштування програми Cubase Pro: драйвери ASIO, MIDI-пристрої, синхронізація

Роботу у Cubase Pro необхідно розпочати з налаштування програмної та апаратної частини. Найперше це стосується звукової карти комп'ютера. Перейшовши за шляхом головного меню **Studio – Studio Setup** (мал. 87), користувач отримає доступ до базових налаштувань програми.

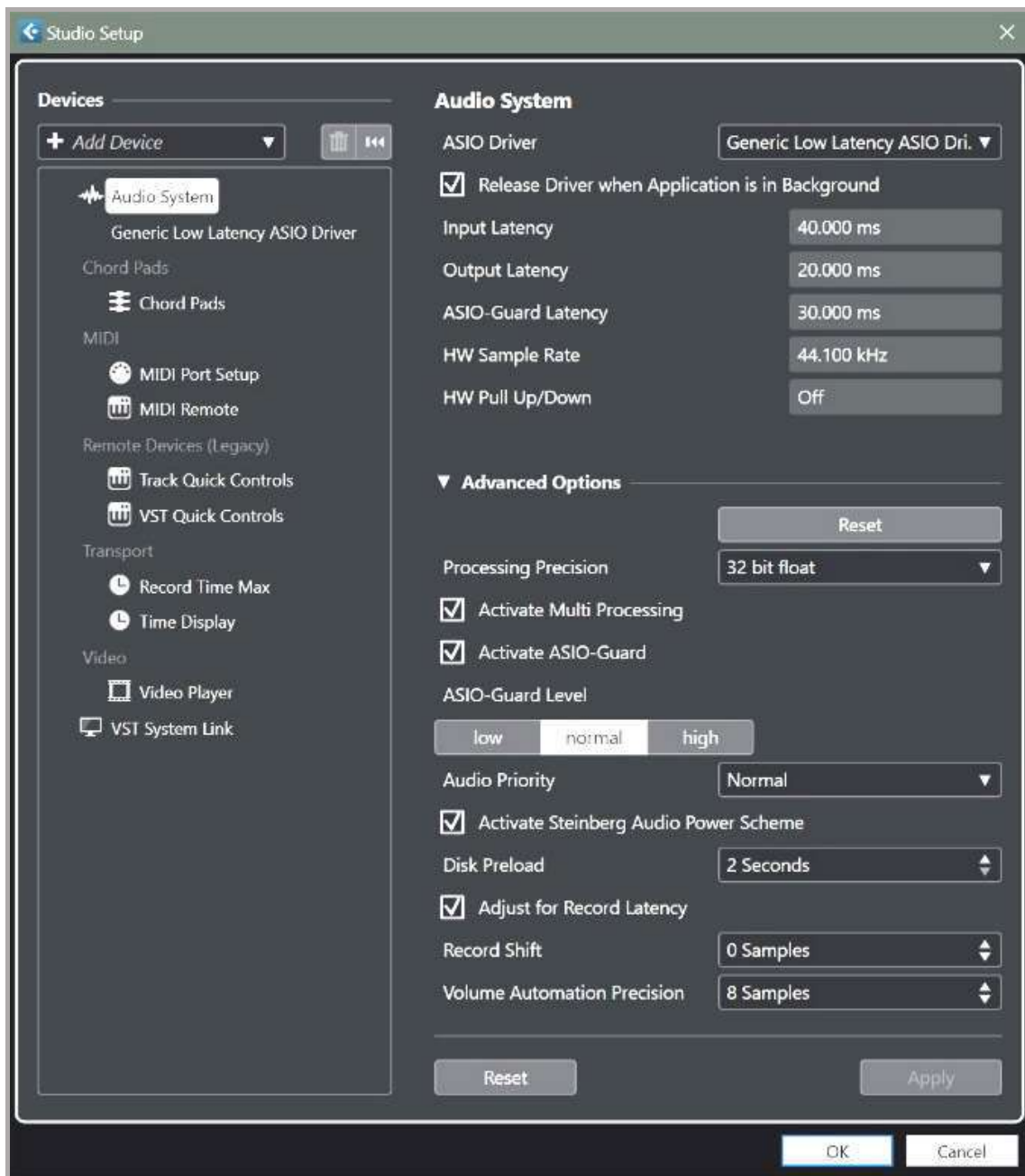
Обравши пункт *Audio System* серед переліку параметрів (мал. 88), налаштуємо звукову карту. Далі обраємо драйвер (*ASIO Driver*), який стане посередником між програмою Cubase Pro та апаратною складовою аудіо-системи комп'ютера. За умови використання зовнішніх або дискретних звукових карт у переліку обираємо ASIO-драйвер встановленої карти, що забезпечить най-

більш оптимальні технічні можливості аудіосистеми комп'ютера: затримки вхідного і вихідного сигналів (*Input/Output Latency*), частоту дискретизації (*Hardware Sample Rate*), бітрейт обробки звуку (*Processing Precision*) та ін. За відсутності спеціалізованого аудіо-інтерфейсу для роботи зі звуком можна використовувати драйвер інтегрованого аудіо. Для цього обираємо у переліку драйверів пункт *Generic Low Latency Driver* або *Windows Audio Session (WAS)*. Використання таких драйверів збільшує час на ввід та вивід аудіо-інформації, але дає можливість використовувати програму Cubase Pro майже на всіх комп'ютерах найрізноманітнішої конфігурації.

Збільшення тривалості затримок на ввід і вивід звуку створює проблеми для звукозапису та запису MIDI-команд з клавіатури на комп'ютерах без спеціалізованого аудіоінтерфейсу. Частково цю проблему можна розв'язати за допомогою універсальних ASIO-драйверів, зокрема ASIO4All (<https://asio4all.org>), який може працювати з більшістю звукових інтерфейсів та дозволяє мінімізувати затримки сигналу.

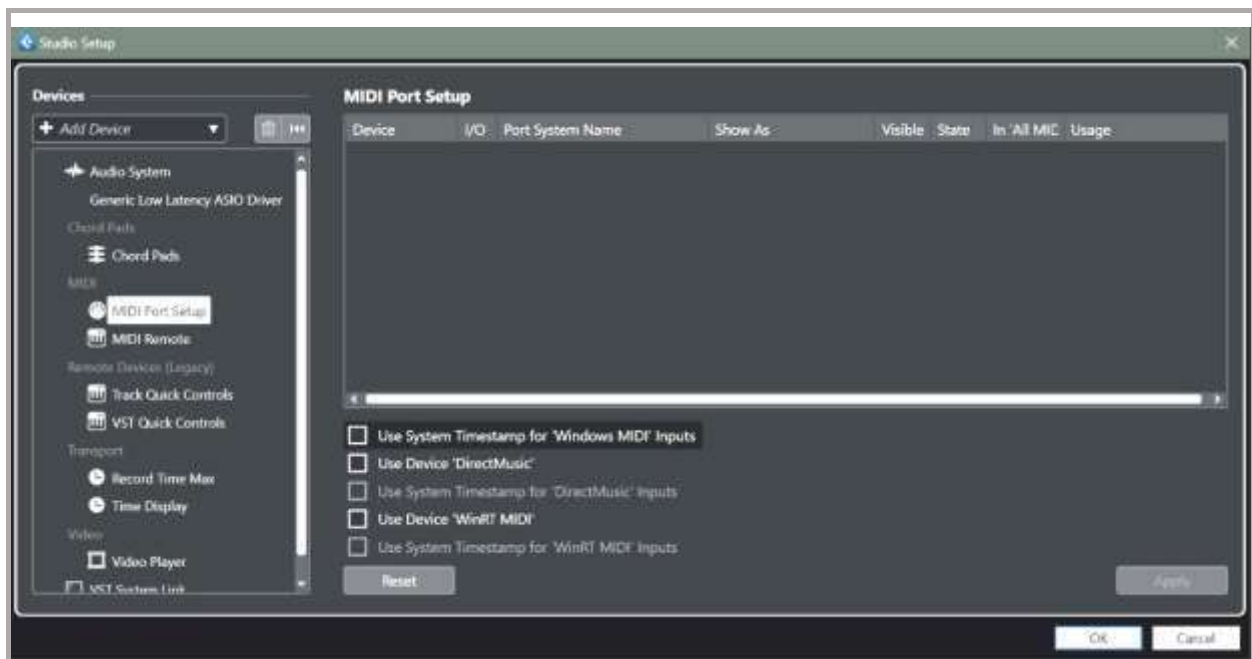


Мал. 87. Налаштування Cubase Pro



Мал. 88. Налаштування ASIO-драйвера

Важливим пунктом параметрів для налаштування оптимального процесу роботи над аранжуванням музичних творів є пункт MIDI (мал. 89). У цій вкладці налаштовуються різноманітні MIDI-пристрої (контролери, клавіатури, дрампеди, апаратні модулі тощо). У вікні *MIDI Port Setup* розміщується перелік усіх MIDI-пристроїв, їх тип підключення (*MIDI-Port, USB*) тощо. Обравши зі списку доступних пристроїв вашу MIDI-клавіатуру, можна налаштувати порт підключення, вхідні та вихідні (за потреби) канали, тривалість нот, компенсацію затримки сигналів, діапазони нот, режим зворотного прослуховування тощо.



Мал. 89. Налаштування MIDI-параметрів

Правильні налаштування MIDI-пристроїв впливають не тільки на належну роботу програми, комфортність та швидкість роботи, а й на правильну інтерпретацію MIDI-повідомлень, які передаються від пристроїв вводу до Cubase Pro та відтворюються через аудіоінтерфейс. Через певні затримки сигналу (для кожної конфігурації обладнання вони визначаються індивідуально) синхронізація набуває надзвичайного значення. Наприклад, синхронізація потрібна для того, щоб поєднати гру на MIDI-клавіатурі з одночасним відтворенням проєкту у Cubase Pro як за аудіо-параметрами (певну ритмічність між грою та програванням, яку ми можемо сприймати на слух), так і за належним записом введеної інформації на звукову доріжку (правильність визначеного моменту для запису нотних тривалостей, відповідність долей, тактів тощо). Проблеми синхронізації MIDI та аудіо можуть проявлятися у записі музичних партій (з використанням метронома або і без нього), коли користувач ритмічного правильно їх виконує відповідно до того, що він чує на аудіовиході з програми, але нотні тривалості записуються на доріжку з певним зміщенням, затримкою. Це відбувається через затримку вихідного аудіосигналу з програми. Подолати цей недолік можна, затримавши MIDI-сигнал до рівня затримки аудіо.

Іншим способом синхронізації є використання єдиного системного відліку для всієї MIDI-інформації, що дозволяє налаштувати синхронну роботу не тільки програми Cubase Pro з конкретним MIDI-контролером, а й з іншими пристроями та операційною системою загалом. Щоб використати цей метод синхронізації, необхідно у вікні налаштування MIDI-

пристроїв (мал. 89) поставити позначку у пункті *Use System Timestamp for 'Windows MIDI' Inputs*. Це дозволить уникнути ритмічних проблем із записом команд з MIDI-клавіатури або синтезатора, підключеного через MIDI або USB інтерфейс.

Створення нового проєкту. Основні зони та секції проєкта

Робота над аранжуванням музичних творів у програмі Cubase Pro розпочинається зі створення проєкту. Для початку необхідно використати стартове вікно або текстове меню програми **File – New Project**, що також можна виконати за допомогою команди **Ctrl+N**. У стартовому вікні (мал. 90) для створення нового проєкту користувач може скористатися пресетами (*Preset*) – попередньо заготовленими пустими проєктами з визначеними доріжками, їх типом, кількістю та налаштуваннями. Такі заготовки проєктів для зручного пошуку розподілені на категорії за видом роботи: *Recording*, *Scoring*, *Production*, *Mastering*, *More*.



Мал. 90. Стартове вікно Cubase Pro

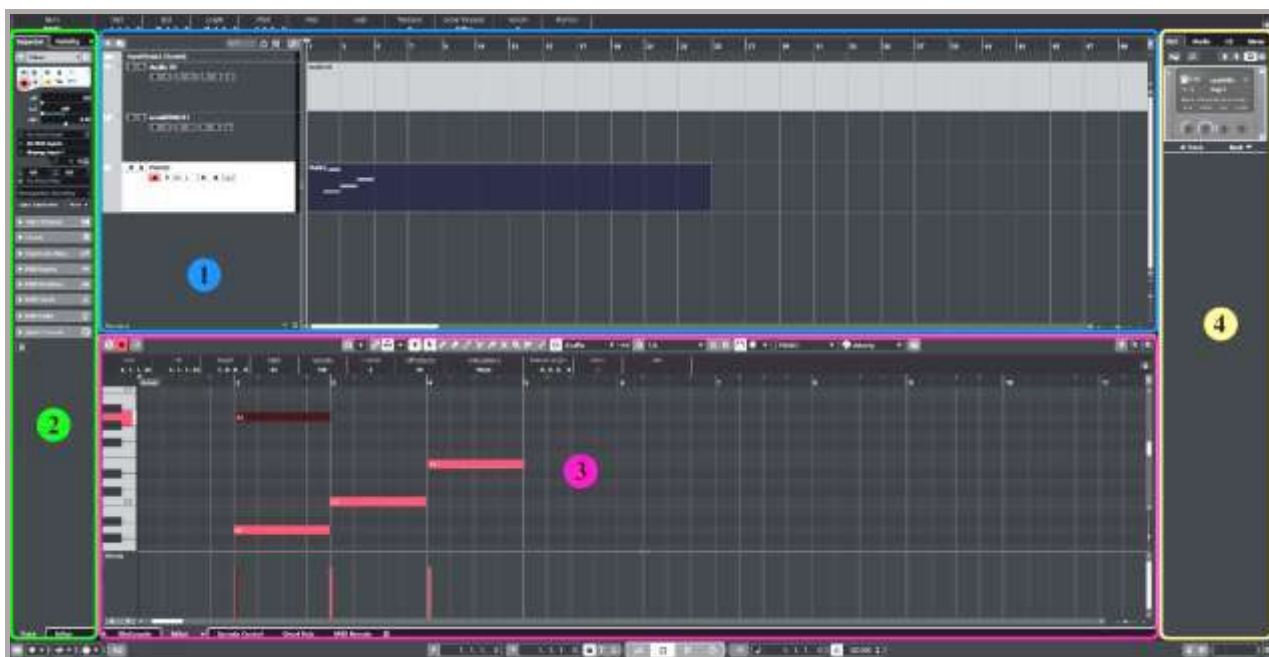
Обираючи один із запропонованих варіантів, звертаємо увагу на кількість та тип доріжок, необхідних для вашого музичного твору, але всі проєкти, створені за допомогою пресетів, можуть легко змінюватися та налаштовуватися безпосередньо у процесі роботи. Їх основною метою є економія часу на виконання рутинних операцій у комп'ютерному аранжуванні музичних творів.

Обираючи один із запропонованих варіантів, звертаємо увагу на кількість та тип доріжок, необхідних для вашого музичного твору, але всі проєкти, створені за допомогою пресетів, можуть легко змінюватися та налаштовуватися безпосередньо у процесі роботи. Їх основною метою є економія часу на виконання рутинних операцій у комп'ютерному аранжуванні музичних творів.

Для створення пустого нового проєкту необхідно обрати варіант *Empty* у розділі *More*, що дозволить поступово додавати доріжки для ро-

боти над композицією. Наступним кроком стане вибір директорії для збереження файлів проекту (*Location*), яку можна налаштувати у нижній частині вікна. Вибір місця збереження важливий не тільки з погляду кількості вільного простору для проекту, а й швидкості обміну інформацією. Тому, вибираючи місце для папки проекту, важливо обрати найменш завантажений та найбільш швидкісний диск комп'ютера. Найкращим місцем збереження проекту стане директорія на твердотілому накопичувачі SSD (Solid-State Drive), якщо ним обладнаний ваш комп'ютер. Після всіх налаштувань проєкт створюється клавішею *Create*. У стартовому вікні у розділі *Recent* також можна обрати проєкти, над якими ви вже працювали раніше, або відкрити вже наявний проєкт, використавши функцію *Open Other*, та продовжити роботу над ним.

Вікно створеного проєкту музичної композиції складається з чотирьох основних робочих зон, позначених на мал. 91 відповідною нумерацією:



Мал. 91. Основні робочі зони проєкта Cubase Pro

- 1) верхня проєктна зона (*Project zone*), яка складається з поля треків та робочої частини, де записуються музичні партії (мал. 91-1);
- 2) ліва проєктна зона (*Left Zone*), яка складається з секцій інспектора треків (*Inspector*) та налаштувань для редактора (*Editor*) (мал. 91-2);
- 3) нижня проєктна зона (*Lower Zone*), яка охоплює секції редактора (*Editor*), акордів (*Chord Pads*), налаштувань семплів (*Sampler Control*), мікшерної консолі (*MixConsole*), MIDI-управління (*MIDI Remote*) (мал. 91-3);
- 4) права проєктна зона (*Right Zone*), яка охоплює секції керування віртуальними інструментами (*VSTi rack*), медіазасобами (*Media rack*),

моніторними лініями (*Control Room rack*) та різноманітні індикатори (*Meter rack*) (мал. 91-4).

Усі секції взаємопов'язані між собою та з елементами проекту, а тому залежно від обраних його частин (треків, музичного матеріалу, ефектів тощо) параметри інших секцій змінюються та віддзеркалюють дії з обраним фрагментом проекту. Наприклад, обравши в проектній зоні (мал. 91) фрагмент музичного матеріалу доріжки «Piano», у нижній зоні MIDI-редактор виведе детальну музичну партію, а у лівій частині в інспекторі треків – параметри і налаштування для обраної доріжки. Цей принцип взаємозв'язку дозволяє виконувати однакові операції над проектом різними способами, що сприяє розвитку операційних умінь користувачів та підвищує варіативність використання такого програмного забезпечення для аранжування музичних творів.

Види і параметри треків. Поле треків та його елементи

Додавання доріжок (партій) відбувається у проектній зоні, яка виглядає як багатодоріжковий редактор, де кожна окрема стрічка (*track*) має з лівого боку параметричну частину, а з правого боку – аудіо або MIDI-інформацію. Залежно від типу доріжки її параметрична частина може відрізнятися деякими елементами, але загальними для всіх треків є наявність порядкового номера, назви (*Track Name*), клавіш соло (S) і приглушення (M), елементів керування автоматизацією (W, R), ефектів (E), клавіш запису, виводу звуку на лінію моніторингу тощо. Інформаційна частина різних за типом треків теж відрізняється. Наприклад, матеріал аудіодоріжки представлений у формі запису звукової хвилі, а інструментальний чи MIDI-трек у формі нотних тривалостей (відрізків). Це зручно для зорової диференціації музичного матеріалу, а також самих треків.

Для створення нової доріжки необхідно у верхньому лівому куті секції треків скористатися позначкою «+» (мал. 92).

У вікні додавання нових доріжок (*Add Track*) можна



Мал. 92. Додавання нових доріжок до проекту через панель треків

обрати необхідний вид треків, їх параметри, назву та потрібну кількість (мал. 93). Загалом Cubase Pro дозволяє створювати доріжки чотирьох основних та дванадцяти додаткових видів.

Як відомо, основними формами запису музичної інформації є аудіо (цифрове відтворення хвилі звуку) та MIDI (позначення висоти і тривалості звуку). До основних видів треків Cubase Pro належать *Audio*, *Instrument*, *MIDI* і *Sampler* (мал. 93). Для роботи з аудіоінформацією та звукозаписом використовується вид *Audio track*, який одразу в цьому ж вікні можна налаштувати: обрати джерело вхідного сигналу, обрати тип доріжки



(моно, стерео), назначити вихід сигналу, назвати доріжку та вказати, яку кількість таких треків необхідно додати до проєкту. Для роботи з MIDI-інформацією використовуються треки *Instrument* та *MIDI*, різниця між якими полягає у зміні традиційного підходу до озвучення MIDI-файлів. Обираючи вид треків *MIDI*, можна з належними параметрами імпортувати будь-який MIDI-файл або записати з допомогою MIDI-клавіатури власний та працювати з ним у межах визначених MIDI-стандартів – кількістю тембрів інструментів, каналів, доріжок, обраними контролерами тощо. Вид треків *Instrument* передбачає безпосереднє виконання MIDI-команд у обраному VST-інструменті, що може виконуватись без виконання складних налаштувань, направлення сигналу через певні канали тощо.

Якщо завданням є отримати на фінальному етапі комп'ютерного аранжування композицію у MIDI-форматі, то треба працювати з доріжками MIDI, тобто в межах визначених стандартів, зберігаючи традиційні тембри, банки музичних інструментів, канали та інші важливі дані для

відтворення на різних секвенсерах та синтезаторах. Якщо завданням є отримати фінальну композицію у аудіоформаті, то краще використовувати вид доріжки *Instrument*, що дозволить використовувати покращені тембральні характеристики віртуальних синтезаторів і VST-інструментів.

У пізніших версіях Cubase з'явився новий вид треків – *Sampler*. Він поєднує можливості *MIDI* та *Audio* через використання коротких фрагментів звукової інформації як семплів, які керуються за допомогою MIDI-команд. Такий підхід також застосовується для розробки віртуальних інструментів з високою якістю звучання.

Іншим способом додавання нових основних та додаткових доріжок є використання контекстного меню з переліком усіх можливих видів треків (мал. 94), яке можна викликати, клацнувши на пустій частині поля треків правою клавішею.

Cubase Pro дозволяє додавати особливі елементи проєктів – доріжки ефектів (*Effect*), темпу (*Tempo*), знаків альтерації (*Signature*), аранжувань (*Arranger*), транспозицій (*Transpose*), акордів (*Chord*), відео (*Video*), а також створювати групи (*Group*), VCA-групи (*VCA*), маркери (*Marker*), лінійки (*Ruler*), теки (*Folder*). Більшість додаткових видів доріжок призначені для спрощення процесу керування складними мультіканальними та багатовекторними діями і допомагають автоматизувати ці процеси.



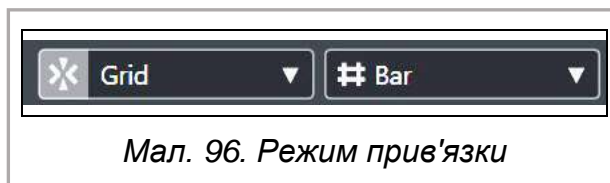
Поряд з параметричною частиною доріжок з правого боку розміщується робоча інформаційна частина, яка охоплює матеріал усіх доріжок. Вона представлена у вигляді розграфленої площини (мал. 95), яка за горизонталлю вказує одиниці вимірювання часових інтервалів. Лінія з рядковими номерами над цією площиною називається *Ruler*. Лінія *Ruler* використовує різні одиниці вимірювання, якими можуть бути такти, долі

тактів, секунди, кількість кадрів у секунду (для роботи з відеоматеріалами), таймкод (*Timecode*) тощо.




Мал. 95. Панель вимірювання часових інтервалів (*Ruler*)

Для роботи з музичним матеріалом, доцільним є використовувати режим *Bars+Beats*, що дає змогу записувати музичні партії, відстежуючи положення нотних тривалостей щодо тактів та ритмічних долей. Вибір тактів за одиницю вимірювання дозволяє налаштувати режим прив'язки (*Snap*), покликаний у ручному переміщенні музичного матеріалу унеможливити його некоректне зміщення, відтак проводити його лише в межах цілого такту, долі, прив'язуючись до вертикальних ліній, які їх позначають. На мал. 96 наведений приклад параметрів прив'язки, яка налашту-



Мал. 96. Режим прив'язки

вується за сіткою (*Grid*) тактових відрізків (*Bar*). Ввімкнення та вимкнення режиму прив'язки відбувається із застосування клавіші , яка знаходиться на панелі інструментів.

Використання нумерації тактів і їх долей як позначок на лінії часу дозволяє використовувати інструмент локаторів (*Locators*), який корисний у роботі з об'ємними музичними творами та дозволяє обрати певний відрізок проекту і відтворювати його по колу, що зручно для запису та налаштування окремих ефектів. Визначені локатори на часовій лінії позначаються прапорцями, які за допомогою курсора можна зміщувати, а визначений діапазон тактів виділяється світлішим кольором заливки (мал. 97).



Мал. 97. Використання локаторів у *Cubase Pro*

Локатори також використовуються у фінальному експорті проекту музичного твору у зведений файл аудіо чи MIDI-формату. Однією з умов експорту проекту є визначення чітких меж композиції (початку та завершення), які встановлюються за допомогою локаторів.





Поряд з лінією часу розміщується інформаційна панель *Status line*, яка вказує на наявність підключень (*Audio Inputs/Audio Outputs*), максимальний доступний час звукозапису (*Max. Record Time*), частоту дискретизації, глибину звуку проєкту (*Record Format – Hz, Bit*) та ін. Ця інформація може бути змінена користувачем у параметрах проєкту, а її розміщення у центральній частині інтерфейсу програми дає можливість враховувати її у процесі поєднання музичних матеріалів з різними технічними параметрами або налагодженні фізичних чи віртуальних підключень додаткового звукового обладнання.

Інспектор треків

Найбільш детальні параметри налаштування доріжок проєкту доступні у інспекторі треків (*Inspector*), який розміщується у лівій зоні інтерфейсу програми *Cubase Pro*. Набір параметрів інспектора треків залежить від типу обраної доріжки. Розглянемо параметри інспектора доріжки *MIDI* (мал. 98). Усі параметри та елементи управління *MIDI*-трека згруповані у спеціальних вкладках (розділах), які розгортаються після клацання по них курсором миші. Перша вкладка завжди носить назву доріжки та незалежно від її типу охоплює елементи управління: справа від назви вкладки розміщується клавіша швидкого доступу до ефектів (E); у першій стрічці – клавіші сольного прослуховування (*S – solo*), вимкнення звуку (*M – mute*), керування автоматизацією (*R – read, W – write*); нижче – клавіша *Record* (●), яка активує запис на доріжку; *Monitor* (🔊) активує прослуховування вхідного сигналу в реальному часі; *Time Base* (📅) перемикає підпорядкованість



Мал. 98. Параметри інспектора *MIDI*-трека

лінії часу або доріжці темпу; *Lock* , яка блокує редагування доріжки; *Volume*  визначає рівень гучності; *Pan*  – налаштування панорами, яке дозволяє вибудувати просторову локалізацію треку; *Delay*  дозволяє зсунути доріжку у часі та обрати час затримки або випередження сигналу.

Наступна частина першої секції відповідає за налаштування програмних пресетів MIDI-доріжки (*Track Preset*); вибір джерела вхідного MIDI-сигналу (*MIDI Inputs*); вибір джерела вихідного MIDI-сигналу (*MIDI Outputs*) – програмного чи апаратного синтезатора, семплера тощо; номер каналу (1-16), вибір бібліотеки та групи інструментів, перемикач режиму ударних інструментів (*Drum Map*), метод запису доріжки (*Recording*) та ін.

Услід за першою вкладкою розташовуються у згорнутому стані всі інші вкладки інспектора доріжки *MIDI: Track Versions* (використовується для створення і редагування різних варіантів доріжки), *Chords* (дозволяє налаштувати параметри слідування треку акордами композиції), *Expression Map* (налаштування параметрів виразності), *MIDI Inserts* (ефекти послідовної обробки), *MIDI Modifiers* (модифікатори, які дозволяють змінювати параметри композиції у реальному часі), *MIDI Sends* (ефекти паралельної обробки), *MIDI Fader* (дублікат регулятора гучності з основного мікшера), *Quick Controls* (налаштування елементів швидкого керування доріжкою за допомогою віддалених пристроїв).

Інспектор доріжок *Instrument* відрізняється відсутністю частини MIDI-налаштувань та наявністю додаткових функцій та параметрів. Наприклад, функція *Edit Instrument*  викликає вікно налаштування віртуального інструмента; *Freeze Instrument Channel*  дозволяє заморозити налаштування усіх ефектів доріжки та вивільнити частину ресурсів комп'ютера. Функція *Freeze* доступна для *Audio* доріжок, інспектор яких також передбачає замість MIDI-роутінгу налаштування джерел вхідного та вихідного сигналу. Більшість відмінностей параметрів доріжок *MIDI*, *Instrument* та *Audio* незначні та інтуїтивно зрозумілі, а тому не потребують детального розгляду.

Суттєві відмінності в інспекторі різних доріжок можна спостерігати у кількості вкладок параметрів, їх призначенні та функціоналі. На мал. 99 зображене зведене порівняння інспектора треків чотирьох основних видів – *MIDI* (1), *Instrument* (2), *Audio* (3) та *Sampler* (4).



Мал. 99. Набір параметрів інспектора для різних видів доріжок




Перелік параметрів вкладки за потреби можна налаштувати та додати певні інструменти, яких не вистачає у стандартному наборі, якщо це не суперечить структурі та логіці процесу роботи зі звуком. Наприклад, додати секцію еквалізації, вивести звук доріжки на шину ефектів (FX) або прибрати зайві, які не використовуються, тощо.











Транспортна панель






Керування записом і відтворенням музичного матеріалу Cubase Pro відбувається за допомогою транспортної панелі (Transport Panel), яка у новіших версіях програми зафіксована у нижній зоні інтерфейсу (мал. 100). Для використання транспортної панелі у формі рухомого вікна (як в старіших версіях) необхідно натиснути F2.



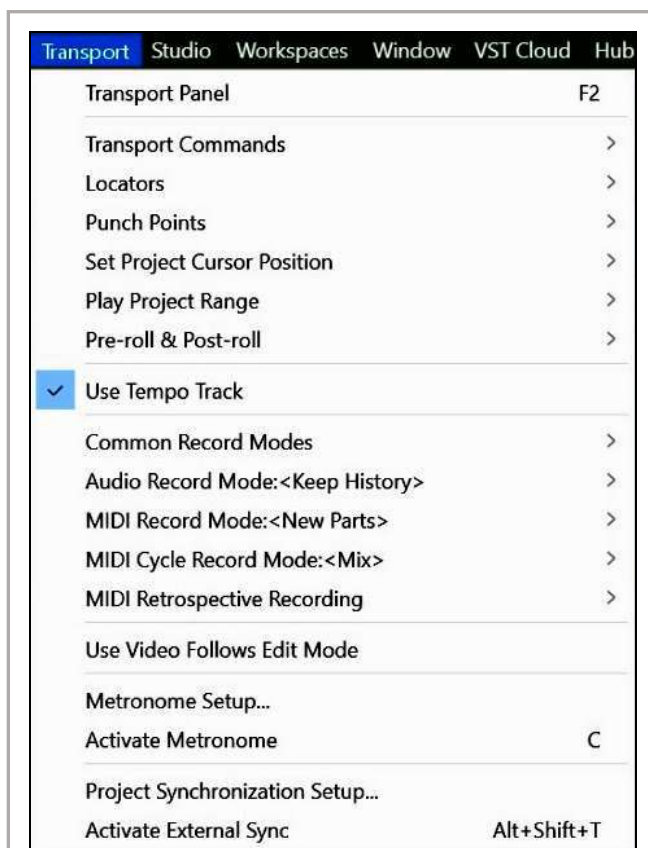
Мал. 100. Транспортна панель Cubase Pro

Транспортна панель одночасно використовується у кількох ролях: як засіб управління записом/відтворенням; як інструмент налаштування; як засіб інформування користувача у реальному часі. Основними клавішами керування, розміщеними по центру панелі, є **Start**  (відтворення), **Stop**  (зупинка), **Rec**  (запис) та **Cycle** (рух по колу). Відтворення у режимі **Cycle** відбувається неперервно в межах визначеного діапазону локаторів (тактів і долей) на часовій лінії, а також цей діапазон вказуєть-

ся у лівій частині транспортної панелі у вікні початку, позначений прапорцем , та завершення, позначене прапорцем . Зміну цього діапазону можна проводити як на часовій лінії, пересовуючи курсором локатори, так і у вікні транспортної панелі, прописуючи номери тактів або їх частин. У лівій частині транспортної панелі також розташовується клавіша активації запису MIDI-доріжок з автоматичним ритмічним вирівнюванням  (*Automatic MIDI Record Quantize*), активації функцій *Punch In* , *Punch Out*  та фіксації точок ударів у межах локаторів  (*Lock Punch Points to Locators*). У правій частині транспортної панелі розміщуються: клавіша вибору основного формату часу  та дисплей з відліком; клавіша активації темпової доріжки  та дисплей з вказаним темпом та можливістю його зміни, а також вводом кількості ударів за хвилину (*bpm*); клавіші керування метрономом  та його налаштувань ; дисплей індикаторів вхідних і вихідних (MIDI, Audio) сигналів.

Функціонал транспортної панелі можна також розширити додатковими функціями: навігаційними клавішами відмотування назад , перемотування вперед , переміщення позиції курсора за маркерами  ; вікном налаштування музичного розміру  (*Time Signature*); дисплеєм додаткового формату часу  (*Secondary Time Format*); режимами запису MIDI та аудіо; клавішею синхронізації проєкту ; картою ударів метронома; закладками маркерів; індикаторами завантаження процесора тощо. Для додавання нових елементів треба скористатися позначками на транспортній панелі у вигляді трьох вертикальних точок та потягнути їх вправо.

Більшість налаштувань транспортної панелі віддзеркалені у головному меню програми в однойменному розділі *Transport* (мал. 101).



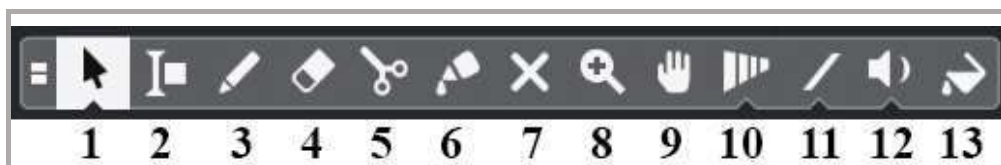
Мал. 101. Налаштування транспортної панелі через головне меню

Для запису музичної партії до проєкту необхідно обрати спосіб запису сигналу (*New parts, Merge, Replace*), переконатися у правильності підключень, налаштувань доріжки та затиснути клавішу *Record*. Записавши необхідний фрагмент, процес запису зупиняється клавішею *Stop*. Запис можна проводити з допомогою метронома. У цьому випадку необхідно використати функцію пустого (вступного) такту (*Count-in*) та обрати їх кількість у налаштуваннях метронома. Також тут можна змінити висоту, тембр та патерн ударів (*Click*) метронома.


У Cubase Pro реалізована велика кількість функціональних клавіш, які пришвидшують виконання типових операцій та управління функціями програми. Їх існує дуже велика кількість, а тому зупинимось на найбільш вживаних у роботі з транспортною панеллю: розпочати/зупинити відтворення – *Space* (пробіл); активувати метроном – *C*; перемістити курсор вперед «*Num+*» / назад «*Num-*»; перемістити за маркерами – *Shift+B* (назад) та *Shift+N* (вперед); запис – *Num**; активувати відтворення по колу – *Num/*; перемістити курсор на позицію лівого локатора – *Num 1*; перемістити курсор на позицію правого локатора – *Num 2*; встановити темп – *Shift+T*; змінити музичний розмір – *Shift+C*. Використання гарячих клавіш, пов'язаних з функціями транспортної панелі, дозволяє налагодити швидкий та продуктивний процес запису та редагування музичних композицій.



Операції над частинами проєкту



Робота з матеріалом доріжок у основному вікні проєкту проводиться з допомогою панелі інструментів, яка знаходиться у верхній зоні інтерфейсу програми (мал. 102). Цей набір інструментів універсальний та може, за винятком окремих утиліт, використовуватись як з доріжками *Audio*, так і з треками *MIDI* чи *Instrument*.






Мал. 102. Панель інструментів вікна проєкту


Найбільш функціональне і широке застосування має перший інструмент вибору об'єктів – *стрілка*  (*Object Selection*), яка дозволяє виділяти, переміщувати частини проєкту, керувати їх параметрами – змінювати розмір фрагментів, їх рівень звуку, додавати елементи мікшування


звуку (*Fade In/Out*) тощо. Другий інструмент  (*Range Selection*) дозволяє виділяти діапазони матеріалу доріжки та проводити над ними певні дії з використанням контекстного меню або розділів головного меню програми. Функціонал перших двох інструментів можна поєднати, вибравши іконку  (*Combine Selection Tools*).



Третій інструмент *олівець*  (*Draw*) дозволяє створювати пусті поля (фрагменти) на доріжках, в режимах редакторів змінювати форму звукової хвилі, малювати криві в автоматизації параметрів, змінювати швидкість відтворення, вносячи точки у полі доріжки темпу; у MIDI-редакторі вводити нотні тривалості тощо. Четвертий інструмент *гумка*  (*Erase*) використовується для видалення елементів доріжок та позначок (точок), які у режимах редакторів були введені за допомогою інструмента *олівець*.


П'ятий інструмент *ножиці*  (*Split*) використовується для поділу музичного матеріалу (*Audio, MIDI*) на функціональні частини, над якими можна проводити маніпуляції, не впливаючи на всю доріжку. Дії цього інструмента можна скасувати шостою утилітою *клей*  (*Glue*), яка поєднує частини доріжки між собою.









Сьомий інструмент *приглушення*  (*Mute*) використовується у випадках, коли необхідно вимкнути звук не всієї доріжки, а окремої її частини. Восьмий інструмент *лупа*  (*Zoom*) дозволяє збільшити масштаб проекту, для чого необхідно клацнути ним у певній зоні для наближення. Для відміни збільшення необхідно повторно клацнути із затиснутою клавішею *Alt*. Дев'ятий інструмент *рука*  (*Comp*) дозволяє зручно пересуватися проектом та пролистувати його частини, не порушуючи їх співвідношення.

Десятий інструмент *часова деформація*  (*Time Warp*) використовується для корекції темпу та ритму матеріалу доріжок *Audio* до визначених проектом значень. Процес зміни темпу аудіодоріжок називається стрейчинг (від. англ. *Time Stretch*).

Одинадцятий інструмент *лінія*  (*Line*) використовується для групового редагування параметрів обраних частин проекту: рівня звуку, керування ефектами, темпом та інших засобів автоматизації. Часто застосовується у редагуванні атрибутів MIDI-файлів. Наприклад, для плавної зміни параметрів *velocity, main volume*, динамічних відтінків тощо.

Дванадцятий інструмент *прослуховування*  (*Play*) дозволяє відтворити частину проекту з місця кліку курсора. Тринадцятий інструмент *фарба*  (*Color*) застосовується для фарбування окремих частин доріжки у різні кольори задля їх візуального розрізнення. Для цього можна та-

кож застосувати кольорову палітру  (*Color Menu*), розташовану біля панелі інструментів, вона дозволяє вибрати кожній доріжці проекту та її фрагментам власний колір.


Поряд з інструментами редагування матеріалів проекту розміщуються корисні функції, серед яких: клавіші відміни та повтору дій Undo/Redo ; увімкнення режиму автоматичної прокрутки робочого поля у час відтворення – *Auto-Scroll* ; прив'язки до сітки – *Snap On/Off* ; квантизації (вирівнювання) – *Quantize* ; м'якої квантизації – *Soft Quantize On/Off* ; активації вирівнювання аудіоматеріалу – *AudioWarp Quantize On/Off* ; елементи показу/приховування основних зон інтерфейсу та їх налаштування – *Window Zone Controls* ; налаштування панелі інструментів – *Set up Toolbar* .











Редагування MIDI-треків




Працюючи з фрагментами MIDI-доріжок у основному вікні проекту, користувач може здійснювати операції над ними лише як з частиною композиції, подібно до аудіодоріжок. Для редагування вмісту трека *MIDI* необхідно вибрати потрібний фрагмент доріжки подвійним клацанням миші для відкриття його вмісту у MIDI-редакторі. Він подібний до основного вікна проекту та розміщується у нижній зоні інтерфейсу програми *Cubase Pro*. Головною його відмінністю є цілковите спрямування на редагування MIDI-повідомлень. Вікно редактора (мал. 103) складається з секції звукової висотності, представлені у вигляді фортепіанної клавіатури (1), інформаційної лінії та панелі інструментів (2), робочого поля (3) та секції різноманітних контролерів (4).



Мал. 103. MIDI-редактор *Cubase Pro*

Секції звуковисотності та лінії часу утворюють систему координат на робочому полі, на якому віддзеркалюється кожна нота музичної партії у формі прямокутників, які за висотою займають певне положення навпроти фортепіанної клавіатури, а їх довжина вказує на тривалість. Редактор MIDI-доріжок (*Editor*) дозволяє виконувати широкий спектр завдань завдяки різним інструментам. Найпершим засобом є *стрілка*  (*Object Selection*), яка допомагає редагувати параметри окремих нот, їх груп або всієї партії, змінювати їх висоту, переміщуючи прямокутники за вертикаллю, положення у часі, зміщуючи їх за горизонталлю, довжину, змінюючи ритмічну структуру партії, та багато інших операцій.

Функціонал інших інструментів, таких, як *олівець*  (*Draw*), *гумка*  (*Erase*), *ножиці*  (*Split*), *клеї*  (*Glue*), *приглушення*  (*Mute*), *лупа*  (*Zoom*), *лінія*  (*Line*) схожий до засобів роботи в основному вікні проєкта з незначними відмінностями. У MIDI-редакторі з'явився інструмент *різак*  (*Trim*), який підрізає довжину нотної тривалості на відміну від інструмента *ножиці*  (*Split*), який розділяє її на дві частини. Дещо змінений алгоритм інструмента *часової деформації*  (*Time Warp*), який дозволяє змінювати темп доріжки MIDI або *Instrument* та налаштувати його відповідно до доріжок *Audio*, що корисно у проєктах з різним типом музичного матеріалу.

Редактор дозволяє працювати з вмістом доріжки у режимі соло  (*Solo Editor*), а також проводити у ньому запис партій, що вмикається відповідною клавішею  (*Record in Editor*). Корисною функцією є ретроспективний запис  (*Insert MIDI Retrospective Recording in Editor*), який дозволяє записати гру на MIDI-клавіатурі у час відтворення проєкту навіть тоді, коли не була увімкнена функція запису, та додати цей матеріал на доріжку.

Окремої уваги потребує інструмент вирівнювання музичного матеріалу. На мал. 104 представлена частина панелі інструментів та вікно вибору ритмічних тривалостей. Після налаштування ритмічної тривалості (1/1 – 1/128; тріолей (*triplet*); нот, подовжених крап-



Мал. 104. Налаштування інструменту квантизації

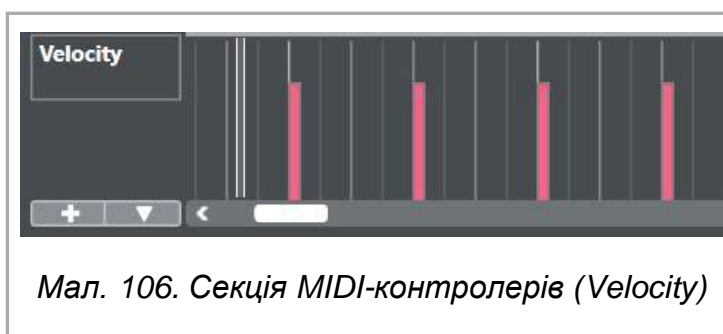
кою (*dotted*)), вирівнювання виділеного фрагменту музичної партії проводиться клавішею квантизації **Q** (*Apply Quantize*), після чого відбувається автоматичне налаштування положення нот у часі, а найменш короткою тривалістю стане задана у налаштуваннях. Поряд з вікном тривалостей розміщена функція м'якого вирівнювання (*Soft Quantize On/Off*), яка робить вирівнювання найбільш схожим до живої гри, та клавіша виклику детальних налаштувань квантизації **e**.

Завершується панель інструментів MIDI-редактора вікном з назвою доріжки, налаштуванням кольорової палітри елементів робочого поля та параметрів вікна редактора **⚙**. На мал. 105 представлено меню вибору кольорів елементів, завдяки якому можна налаштувати кращу візуальну диференціацію музичного матеріалу у вікні *Event Colors* **Velocity**. Серед доступних параметрів – кольорове розрізнення за параметрами висоти (*Pitch*), динамічних відтінків (*Velocity*), відповідність ритмічній сітці (*Grid Match*), акордовій партії (*Scale/Chords*) тощо.



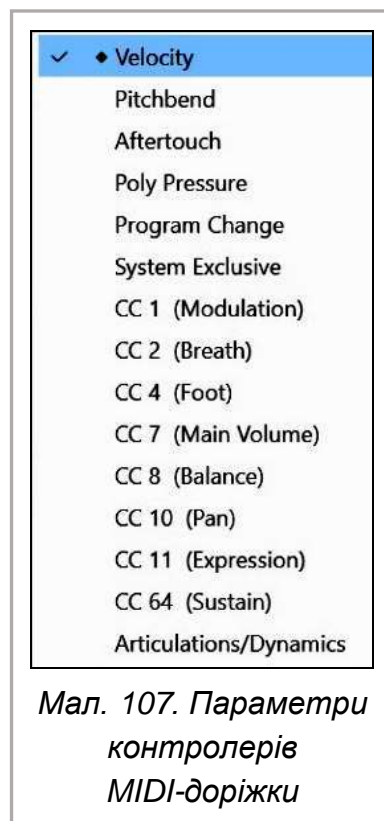
Мал. 105. Вибір параметрів кольорової палітри елементів робочого поля редактора

У нижній секції редактора користувач може вивести різноманітні MIDI-дані та показники контролерів. За замовчування вікно (мал. 106) віддзеркалює рівень контролера *Velocity* для кожної ноти, значення якого можна регулювати у діапазоні від 0 до 127 як окремо або групами, з допомогою інструмента *стрілка*, так і з використанням інструмента *лінія* для побудови плавних змін параметрів.



Мал. 106. Секція MIDI-контролерів (*Velocity*)

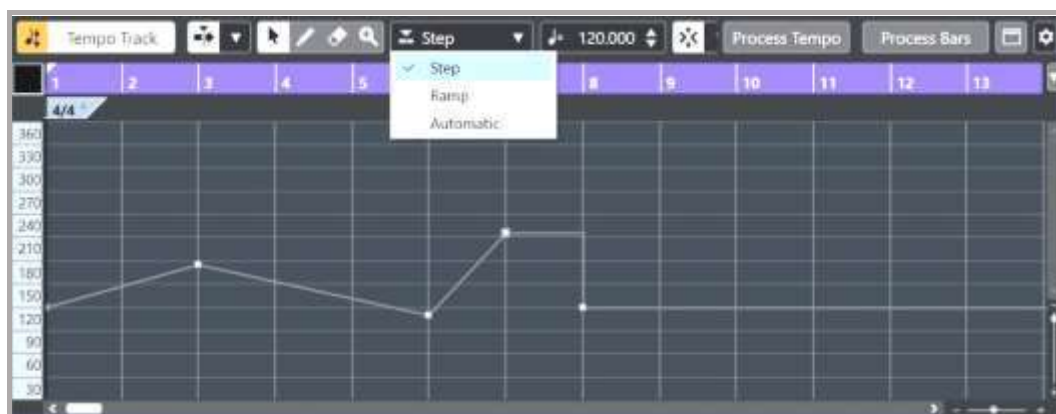
Задіяти додаткові вікна контролерів можна, використовуючи клавішу «+» у лівому нижньому куті MIDI-редактора, або змінити вміст наявної секції, клацнувши по її назві. Серед списку контролерів та ефектів (мал. 107) можна обрати параметр та внести необхідні зміни.



Мал. 107. Параметри контролерів MIDI-доріжки

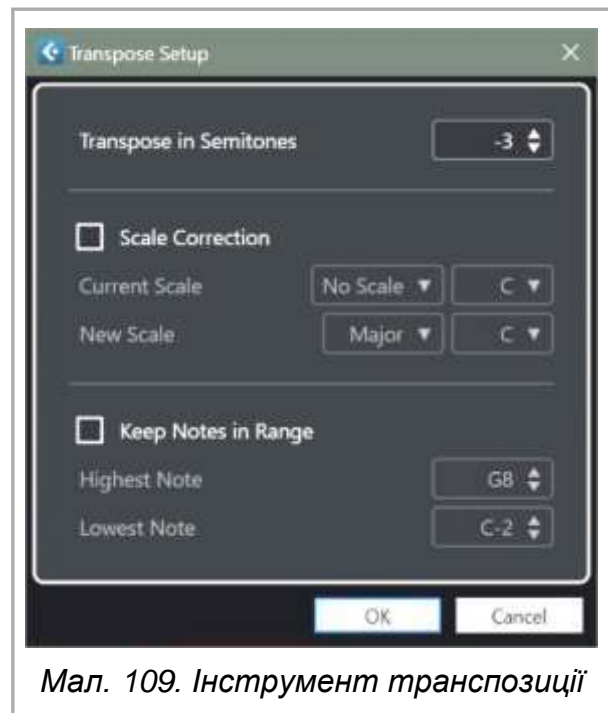
Важливого значення у роботі над проектом музичного твору має темп, який визначає швидкість відтворення не тільки доріжок типу *MIDI* та *Instrument*, а й може впливати на доріжки *Audio*. За умови використання в проекті сталого темпу можна скористатися відповідною опцією на транспортній панелі та вказати бажане значення в ударах на хвилину (*bpm*). Для використання змінного темпу необхідно додати до проекту особливий вид доріжок – *Tempo Track*. Дані на цій доріжці можуть редагуватися безпосередньо у головному вікні проекту або за допомогою редактора темпу (*Tempo Track Editor*), який після створення доріжки темпу можна відкрити сполученням клавіш *Ctrl+T*.

У редакторі темпу (мал. 108) швидкість відтворення представлена кривою лінією, яка проходить через усі такти композиції. Її положення щодо вертикалі вказує на швидкість відтворення, яке може коливатися від 30 до 360 ударів за хвилину. Введення точок на лінію відбувається – за допомогою інструментів *стрілка* та *олівець*, видалення за допомогою *гумки*. Змінювати темп можна, використовуючи три режими: *Step* – стала зміна (прописується сталими величинами за тактами, сходинками); *Ramp* – плавна зміна (від точки до точки, поступово), *Automatic* – автоматичний вибір системи.



Мал. 108. Редактор доріжки темпу

Іншим не менш важливим питання редагування MIDI-файлів є зміна тональності композиції та її частин. За логікою, описаною у роботі MIDI-редактора, користувач може виділити частину композиції звичними інструментами та змістити музичний матеріал щодо фортепіанної клавіатури за вертикаллю, а відтак змінити його звуковисотність. Більш зручно це можна зробити за допомогою інструмента *Transpose*, який знаходиться у розділі *MIDI* головного меню програми (мал. 109).



Мал. 109. Інструмент транспозиції

За допомогою цього інструмента можна змінювати тональність як у межах кількох нот, частини доріжки, так і всієї композиції. У параметрах інструмента можна вказати кількість півтонів (*Semitones*), на які зміниться висота фрагмента вгору (+) чи вниз (-). Іншим способами транспозиції є вказування чинної тональності та бажаної (*Scale Correction*) або вказування діапазону нот, у який мають зміститися музичні партії.

Розглянувши основний функціонал MIDI-редактора, коротко зупинимось на варіантах графічного представлення інформації у MIDI-форматі. Редактор може віддзеркалювати музичні партії у трьох варіантах: розглянутому клавішному редакторі (*Key editor*), нотному редакторі (*Score Editor*) та редакторі ударних інструментів (*Drum Editor*). Ці режими дають можливість користувачеві працювати з MIDI-інформацією, використовуючи різну логіку музичної нотації, а також, завершивши аранжування музичного твору, зберегти нотні партитури для їх виконання живим музичним колективом. Такі інструменти надають програмі Cubase Pro виняткової універсальності та допомагають реалізовувати означені завдання різнотипними способами. Більшість функцій та налаштувань для роботи з MIDI-інформацією зібрані в розділі *MIDI* у головному меню програми, а технічні можливості нотного редактора *Score Editor* розширюються за допомогою розділу меню *Score*.

Як і в MIDI-редакторі подібна логіка роботи реалізується і в інших редакторах, які відповідають основним видам доріжок: аудіоредакторі (*Audio Editor*, мал. 110), редакторі семплів (*Sampler Control*, мал. 111), редакторі

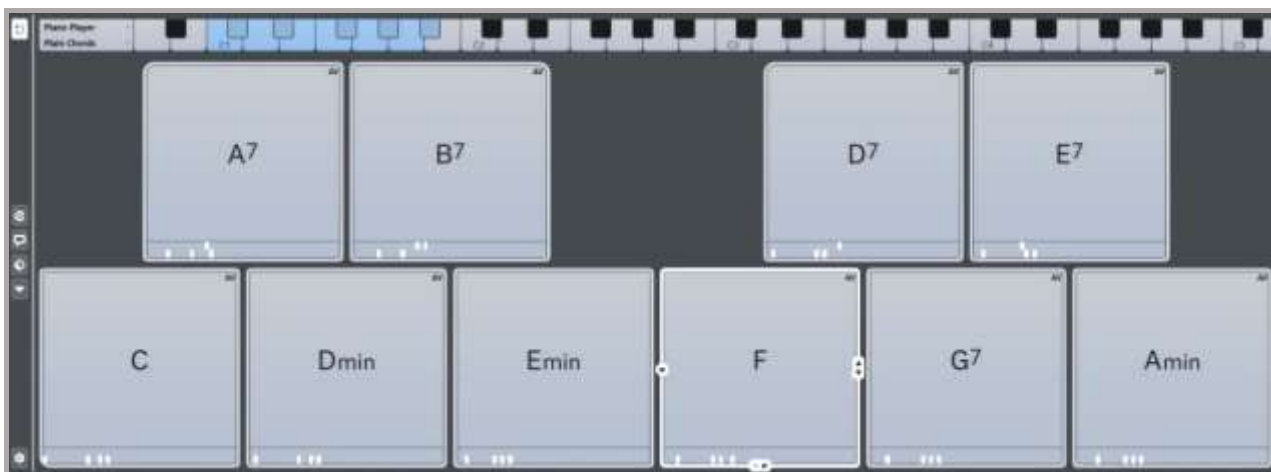
акордів (*Chord Pads*, мал. 112). Кожен з них володіє специфічним набором інструментів та покликаний забезпечити користувачів належним функціоналом для реалізації творчих завдань у створенні музики.



Мал. 110. Редактор доріжок Audio



Мал. 111. Редактор доріжок Sampler



Мал. 112. Редактор доріжок Chord

Зведення проєкту музичного твору

Після запису музичних партій композиції, вибору тембрів до інструментальних та *MIDI*-доріжок, належного запису та завершення редагування матеріалів доріжок типу *Audio* розпочинається важливий для якісного фінального результату етап роботи – зведення. Процес зведення не варто ототожнювати лише з регулюванням гучності доріжок, адже ця робота набагато ширша, надзвичайно різностороння і має творчий характер, а її результатом має стати збалансоване художнє звучання композиції, де кожен її елемент вплетений різноманітними засобами у своєрідне звукове полотно. Формування у слухача музичної композиції відчуття того, що кожен з цих елементів знаходиться на своєму місці, певним чином впливає на його емоційну сферу, є основним завданням окремої професії – звукорежисера. Ми розглянемо лише основні інструменти зведення музичних творів, які стануть у нагоді вчителям музичного мистецтва для реалізації їх професійних завдань у роботі зі шкільним музичним репертуаром.

Керування гучністю доріжок може виникнути на будь-якому етапі роботи над проєктом, навіть початковому, а тому розробники *Cubase Pro* для зручності та підвищення продуктивності реалізували кілька варіантів мікшерних консолей управління. Найзручнішим для запису і редагування вмісту доріжок проєкту є використання мікшерної секції, розміщеної у нижній частині інтерфейсу поряд з редакторами (мал. 113).



Мал. 113. Мікшерна консоль нижньої зони інтерфейсу *Cubase Pro*

Її функціонал дозволяє швидко керувати основними параметрами: рівнем гучності доріжок, вхідних та вихідних каналів; панорамою; сольним прослуховуванням треків (S) та їх приглушенням (M); елементами автоматизації (R, W); клавішами запису, монітору тощо.

Працюючи над зведенням різного музичного матеріалу часто доводиться використовувати різні технічні (програмні) засоби його обробки побудовані за логікою спеціалізованих апаратних пристроїв, які за традиційним аналоговим підходом поєднувались з мікшерним пультом для зміни характеристик звукового сигналу. Натепер їх функції повноцінно можна відтворити програмними модулями та розширеннями. Доступ до таких засобів можна отримати у вікні налаштування доріжки (мал. 114). Ці налаштування (*Channel Settings*) доступні для всіх видів доріжок, окрім треків MIDI, що додатково вказує на їх відмінність від треків *Instrument*, які, інтерпретуючи MIDI-інформацію і пропускаючи через віртуальний синтезатор, транслюють у проєкт уже не MIDI-сигнал, а аудіо¹. Відтак, якщо завданням не є створення композиції у форматі MIDI, для запису партій варто обирати вид доріжки *Instrument* або виводити через нього сигнал з *MIDI*-трека (джерело сигналів), що дасть ширші можливості для використання якісних музичних тембрів (синтезаторів, семплерів), обробки матеріалу різноманітними програмними засобами та ефектами, що також зорієнтоване на використання з доріжками *Audio*.



Мал. 114. Вікно налаштування доріжок

¹ Для треків *MIDI* використовується інший набір параметрів та засобів, які можуть зберігатися у традиційному *MIDI*-форматі.

Вікно налаштувань доріжки (*Channel Settings*) побудоване за логікою мікшерного пульта (мал. 115): секція 1 відповідає за модулі обробки звукового сигналу, замість яких можуть використовуватись як вбудовані програмні прилади (вкладка *Strip*), так і зовнішні у вигляді програмних додатків – плагінів (вкладка *Inserts*); секція 2



Мал. 115. Секція вбудованих модулів обробки каналів

(*Channel Strip*) надає доступ до вбудованих програмних модулів та їх налаштувань, що є розширеним варіантом вкладки *Strip* з секції 1; секція 3 (*Equalizer*) надає доступ до налаштувань вбудованого параметричного еквайзера, який є одним із вбудованих модулів; секція 4 керує AUX-силами (*Sends*) на доріжки ефектів (*FX*), моніторні лінії тощо; секція 5 дублює органи управління каналу з мікшерної консолі.

У секції *Channel Strip* серед вбудованих модулів обробки сигналу знаходяться програмні емуляції пристроїв, принцип дії яких ми розглядали у параграфі особливостей роботи з аудіофайлами, а також додаткові можливості. Розглянемо ці інструменти детальніше (мал. 115):

1. **Noise Gate** – засіб відсікання шуму (*ноуз-гейт*) у роботі з матеріалом *Audio* доріжок.

2. **Compressor** – засіб зменшення динамічного діапазону (*компресор*), який доступний у трьох варіантах виконання – *Standard Compressor* (стандартний), *Tube Compressor* (ламповий), *Vintage Compressor* (вінтажний).

3. **EQ** – мобільніша версія параметричного еквайзера, налаштування якого також доступні у секції 3 налаштувань доріжки.

4. **DeEsser** – засіб зменшення звучанням шиплячих звуків (*де-ессер*), який використовується у звукозаписі вокальних партій.

5. **Saturation** – засіб зміни тембрального забарвлення звуку через керування гармоніками та обертонами (*сатуратор*), який доступний у

трьох варіантах – *Magneto II* (магнітофонна сатурація), *Tape Saturation* (плівкове насичення), *Tube Saturation* (лампове насичення).

6. **Limiter** – особливий компресор (*лімітер*) для жорсткого обмеження вихідного рівня сигналу, який виконаний у трьох варіантах – *Standard Limiter* (стандартний), *Brickwall Limiter* (надшвидкісний), *Maximizer* (максимайзер).

Такий різноманітний інструментарій використовується не тільки для досягнення кращого звучання доріжок проекту музичного твору поодиноці, а для найкращого їх поєднання між собою, динамічної та частотної збалансованості. Одним з принципів добротного міксу є створення умов, коли звучання одних музичних партій не перешкоджатиме звучанню інших не тільки за динамічними показниками (рівнем звуку), а за частотними характеристиками.

Продовжуючи тему сприйняття звуку, частотні характеристики та об'ємне звучання, важливо зупинитися на еквалізації як процесі частотного злагодження музичних партій та їх просторового розміщення. Розміщення кожної музичної партії у стереопросторі відбувається за знайомою системою координат, де за горизонтальну позицію відповідає інструмент панорами, а віддаленість чи близькість джерела звуку регулюється рівнем сигналу та його частотною корекцією відповідно до природніх характеристики сприймання звуку: що ближче джерело звуку до слухача, то ширшим є його частотний діапазон, а що дальшим – то вузчим.

Робота над частотними характеристиками доріжки проекту може виконуватись як у вбудованому еквайзері, так і сторонніх додатках чи плагінах. На мал. 116 представлений процес еквалізації з використанням частотного аналізатора (RTA), який дозволяє користувачу у реальному часі відстежувати зміни АЧХ



Мал. 116. Вбудований еквайзер Cubase Pro

доріжки та вносити поправки, користуючись не тільки слуховим відчуттям, а й зважаючи на певні технічні параметри.

Еквалайзер Cubase Pro параметричний, він дає можливість ефективно працювати у чотирьох діапазонах частот: низьких (*LO*), низької середини (*LMF*), високої середини (*HMF*), високих (*HI*). До кожної смуги користувач може обрати частоту (*Hz*), її динамічний рівень ($\pm 24 \text{ dB}$) та ширину – добротність (*0,0-12,0*). Параметри *HC* та *LC* – це обрізні фільтри високих та низьких частот, які працюють від заданої частоти, а крутизна спаду (зрізу) регулюється кількістю децибел на октаву (6, 12, 24, 36, 48 dB/Oct).

Наступним етапом роботи над просторовим розміщенням музичних партій є додавання ефектів. Формування середовища для звучання записаних доріжок відбувається за аналогією ансамблевого звучання у певному приміщенні (концертному залі, студії, готичному соборі, відкритому просторі тощо) з унікальними та специфічними характеристиками – затримкою, реверберацією, об'ємом, часом згасання тощо. Той самий склад виконавців у різних умовах звучатиме по-різному, відтак і обробка просторовими ефектами кожної композиції має базуватися на одній меті – знайти якнайкращий варіант віртуального приміщення з його численними акустичними параметрами, які позитивно впливатимуть на загальне звучання, а це вже стосується переважно художньої роботи звукорежисера з музичним матеріалом.

Додавання просторових ефектів відбувається в основному вікні проєкту через спеціальний вид доріжок (*FX*), а на інших доріжках у параметрах (*секція Sends*) налаштовується відбір сигналу до певного ефекту та вказується його рівень (див. мал. 115-4). Цей оброблений сигнал буде доданий до основного міксу композиції. Більш детально на процесі обробки ефектами ми зупинимось у наступному параграфі.

Завершальний етап зведення проводиться з допомогою основної мікшерної консолі Cubase Pro, доступної у головному меню програми **Studio – MixConsole**, або за клавішею швидкого доступу F3. Основний мікшер є окремим вікном програми, яке складається з багатьох секцій розміщених на чотирьох основних зонах (мал. 117): верхній (1), яка надає доступ до параметрів усіх засобів обробки (компресорів, еквалайзерів, сатураторів, лімітерів, інших додаткових плаґінів) та ефектів; нижній (2), у якій розміщується фейдерна секція для всіх доріжок проєкту; лівій (3), яка складається з секцій видимості доріжок (*Visibility*), списку виконаних дій (*History*) та збережених знімків налаштувань консолі (*Snapshots*);

правій (4), у якій розміщується індикатор рівня сигналу загального міксу та елементи управління моніторами.



Мал. 117. Основна мікшерна консоль Cubase Pro

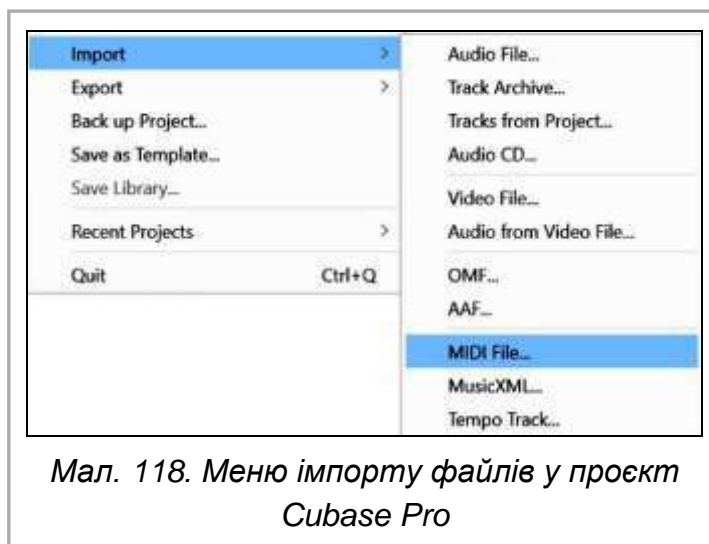
Проводячи за допомогою основної мікшерної консолі фінальний етап зведення, користувач має змогу змінити будь-які налаштування кожної доріжки безпосередньо в цьому вікні: параметри еквайзера, інших інсертних засобів, відрегулювати посилення на ефекти, відкоригувати панораму та рівень сигналу. Ці параметри регулюються у час багаторазових прослуховувань всієї композиції по колу, які проводить користувач, стежачи за рівнем загального сигналу, щоб він не перевищив допустимі норми.

Процес зведення композиції складний, тривалий і створює велике навантаження на слух звукорежисера, а тому для кращого слухового аналізу і результату загалом, зведення варто проводити у кілька етапів, між якими вуха мають відпочити у відносній тиші. Це збереже адекватну слухову аналітичну здатність, що забезпечить кращий кінцевий результат. На правильність організованого процесу зведення вказують чимало різноманітних чинників, але вірним можна вважати той підхід, за яким після кожного наступного проведеного прослуховування проекту спостерігається зменшення величин корекцій рівня гучності доріжок. Спочатку корекції можуть бути в межах 5-6 dB, а на пізніших етапах – в межах 2-3 dB. Якщо корекції після повторних прослуховувань досягли 1-2 dB, процес зведення можна вважати завершеним, а фінальне прослуховування варто відкласти на кілька днів і, якщо воно влаштуватиме автора, переходити до експорту проекту музичного твору у звичний формат аудіо.

Імпорт та експорт файлів у Cubase Pro

Як уже зазначалося суттєво пришвидшити аранжування музичного твору можна, використовуючи MIDI-матеріал, створений за допомогою нотних редакторів та програм-аранжувальників. Підготувавши MIDI-файли у таких програмах до експорту, необхідно правильно обрати формат MIDI-даних, зберегти їх та імпортувати у програму багатоканального зведення Cubase Pro.

Імпорт різноманітних файлів у Cubase Pro може відбуватися кількома способами. Перший спосіб – використання розділу головного меню програми **File-Import** (мал. 118), через яке можна додавати аудіофайли (*Audio File*), збережені доріжки (*Track Archive*), доріжки з інших проєктів (*Tracks from Project*), аудіодоріжки з компакт-дисків (*Audio CD*), відеофайли (*Video File*), аудіодоріжки з відеофайлів (*Audio from Video File*), мультимедійні файли (*OMF*, *AAF*), MIDI та універсальні нотні файли (*MIDI File*, *MusicXML*, *Tempo Track*).



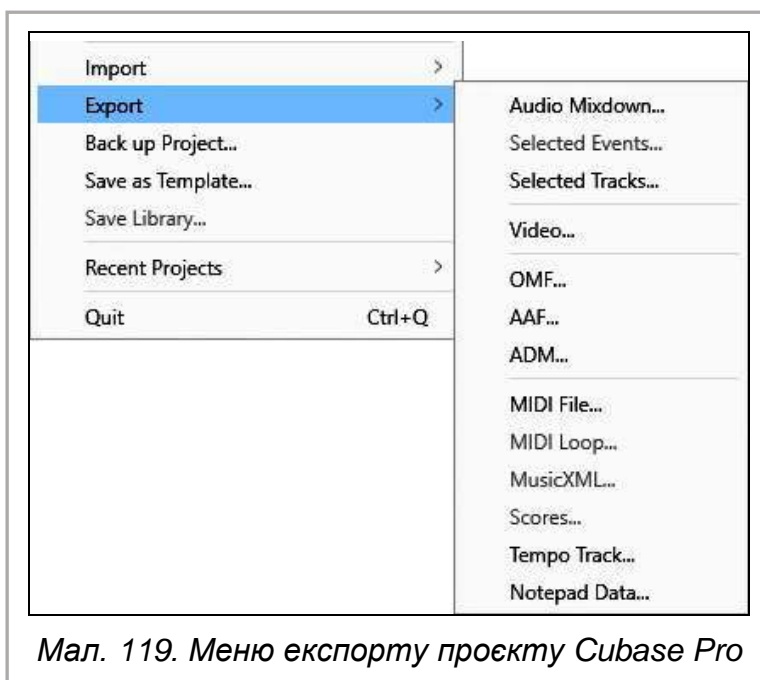
Мал. 118. Меню імпорту файлів у проєкт Cubase Pro

Другий спосіб – перетягування різноманітних файлів на секцію доріжок проєкту. Так можна додати будь-яку звукову інформацію на уже наявну або нову доріжку. Проте цей спосіб не підходить для імпорту MIDI-даних або партитур, які охоплюють понад одну музичну партію і мають відкриватися на окремих доріжках. У таких випадках необхідно скористатися програмним меню – *Import*. У процесі імпорту MIDI-файлів програма запитає, чи створювати новий проєкт, чи додати доріжки до цього проєкту, на що користувач має відповісти.

Отримавши можливість працювати окремо з кожною доріжкою у Cubase Pro, спочатку необхідно визначитись, у якому форматі буде збережений фінальний результат роботи: у форматі MIDI чи аудіо. Якщо завданням є зберегти аранжування музичного твору у форматі MIDI, необхідно використовувати у своїй роботі тільки доріжки MIDI, що дещо сковує технічні та творчі можливості. Якщо композиція має бути збережена в аудіо-форматі, то можна використовувати доріжки *Instrument* з усіма його темб-

ральними перевагами, а також додавати до проєкту аудіофайли та, комбінуючи їх для аранжування музичного твору, сягати кращого звучання.

Незалежно від формату перед експортом проєкту (виведення зведеної композиції) необхідно виконати обов'язкову умову: визначити місце початку та завершення композиції, використовуючи локатори. Експорт композиції виконується через пункт головного меню програми **File-Export** (мал. 119), який має присутні схожі до меню *Import* позиції.



Мал. 119. Меню експорту проєкту Cubase Pro

Експорт проєкту у формат MIDI може відбуватися у двох форматах – *Type 1* та *Type 0* за умови наявності MIDI-інформації у ньому. Стандартний експорт MIDI відбувається у форматі *Type 1*, що дозволяє зберігати музичні партії на окремих треках. Музичні партії можна зберігати й у форматі *Type 0*, якщо вони записуються на одному треці, але на різних каналах.

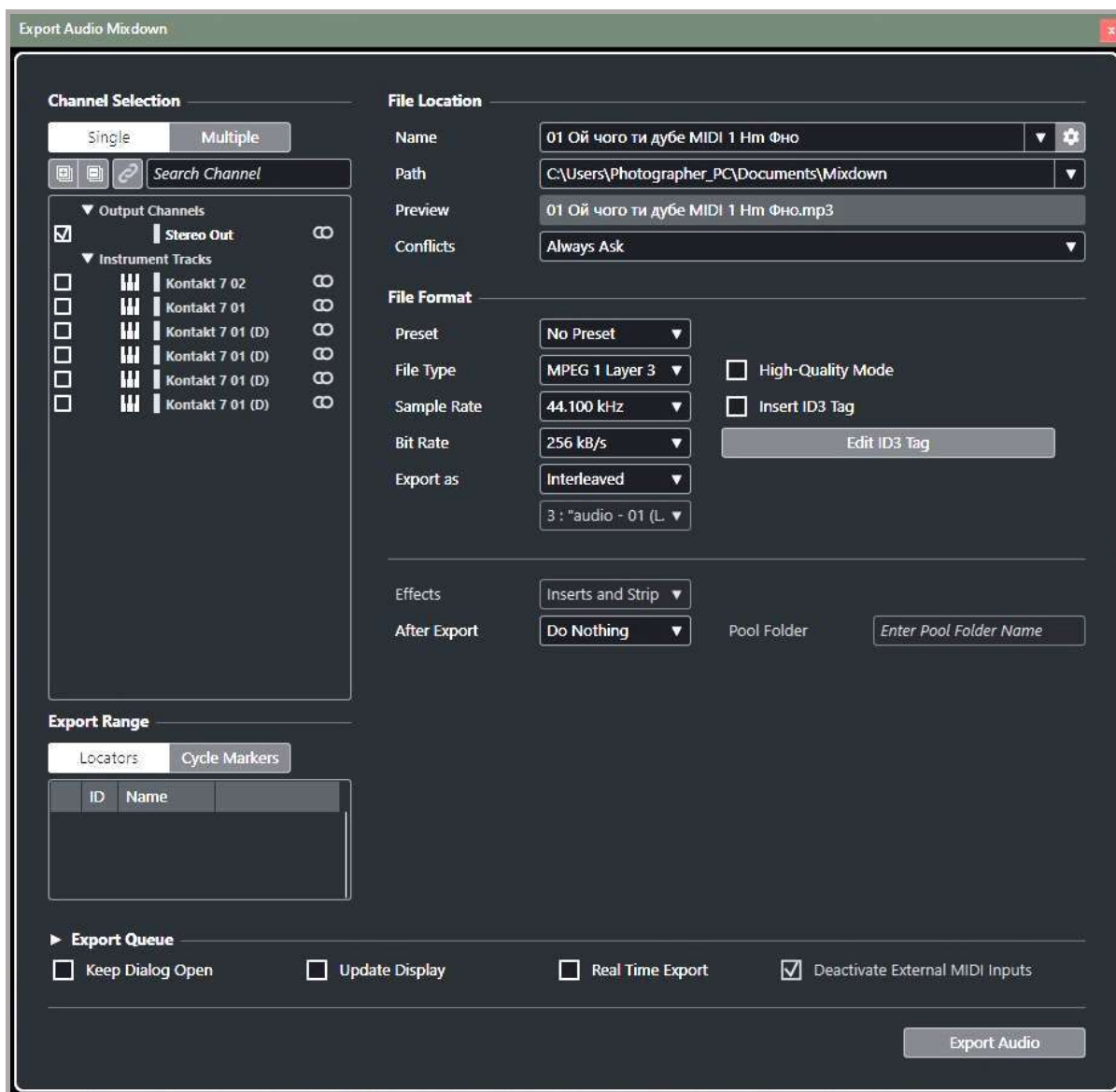


Мал. 120. Параметри експорту проєкту у форматі MIDI

У вікні опцій (мал. 120) для зберігання MIDI-файлів можна обрати додаткові дані – автоматизацію (*Automation*), інсerti (*Inserts*), посили (*Sends*), маркери (*Markers*), а також параметри збереження – формат 0 (*Export as Type 0*), якість деталізації (*Export Resolution*), діапазон локаторів (*Export Locator Range*), збереження зі встановленими затримками доріжок (*Export includes Delay*), назву композиції для формату 0 (*Song Name for Type 0*).

Експорт проєкту у аудіоформаті відбувається із використанням пункту меню *Audio Mixdown*. У першій секції вікна зберігання аудіо (мал. 121) можна обрати для експорту як окремі доріжки (*Instrument track*), так і зве-

дений мікс всієї композиції (*Output channel*) або перейти від одноканального режиму виводу до багатоканального. У другій секції (*Export Range*) визначаються межі композиції, які можуть налаштовуватись за локаторами або маркерами. У секції *File location* – параметри назви файлу (*Name*), місце його зберігання (*Path*), його попередній перегляд (*Preview*) та налаштування дій за наявності конфліктів (*Conflicts*). У секції вибору формату аудіофайлу користувач може обрати попередньо заготовлені налаштування (*Preset*), тип формату (*File Type* – *Wave*, *MP3*, *AIFF*, *FLAC*, *OggVorbis*), частоту дискретизації (*Sample Rate*), глибину квантування або бітрейт (*Bit Depth*; *Bit Rate*), метод поєднання доріжок (*Export as: Interleaved, Split Channels, Mono Downmix, L/R Channels from Surround*), ефекти (*Effects*), встановити дію після збереження аудіофайлу (*After Export*).



Мал. 121. Параметри експорту проєкту у форматі Audio

Серед додаткових функцій збереження аудіо можна виділити: режим найвищої якості (*High-Quality Mode*), додавання тегів (*Insert ID3 Tag*), утримування відкритого вікна (*Keep Dialog Open*), оновлення дисплею (*Update Display*), збереження у реальному часі (*Real Time Export*) та ін.

Збереження проєкту музичного твору у аудіоформаті дозволяє сповна реалізувати більшість сучасних можливостей у сфері віртуальних інструментів, синтезаторів, семплерів, звукових ефектів та багатьох інших засобів з урахуванням їх найтонших налаштувань користувачем на шляху до якісного звучання композиції. У цьому полягає найбільша перевага експорту проєкту в аудіоформаті перед MIDI-форматом, який обмежений стандартизованим тембральним складом, кількістю доріжок, каналів та малою кількістю ефектів, що додатково вказує на доцільність перетворення проєкту музичного твору з MIDI у audio на фінальному етапі роботи над ним.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Які вам відомі програми багатоканального зведення з підтримкою технології MIDI?*
- 2. Як провести налаштування ASIO-драйверів вашої системи для забезпечення продуктивної роботи програми Cubase Pro?*
- 3. Назвіть основні види доріжок проєкту музичного твору у Cubase Pro та їх технічні характеристики.*
- 4. Які основні функції інструментів для редагування аудіо-матеріалу?*
- 5. Яке призначення основних робочих інструментів для редагування MIDI-матеріалу?*
- 6. За якими принципами формуються категорії параметрів інспектора треків? Розкрийте їх структуру.*
- 7. Назвіть основні функції, які може виконувати транспортна панель Cubase Pro.*
- 8. З яких частин складається основна мікшерна консоль Cubase Pro?*

Практичні завдання:

- 1. Запишіть музичну партію у форматі MIDI-даних та проведіть її автоматичне ритмічне вирівнювання.*

2. *Запишіть елементи партитури музичного твору на різних інструментальних доріжках та підберіть до кожної партії різні тембри, використовуючи стандарт General MIDI 2.*
3. *Додайте до музичного проєкту доріжку темпу та налаштуйте плавне сповільнення у кінці твору.*
4. *Імпортуйте до проєкту Cubase Pro підготовлений MIDI-файл у програмі-аранжераторі Band-in-a-Box та здійсніть підбір тембрів музичних інструментів, використовуючи стандартні бібліотеки.*
5. *Конвертуйте MIDI-доріжки у аудіо-формат та проведіть зведення проєкту музичного твору, використовуючи програмний еквалайзер та звукові ефекти.*

Література: 4, 9, 17, 23, 26, 28, 31, 35, 41, 43, 51, 53, 59.



2.5. МОДЕЛЮВАННЯ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОДАТКОВИХ ПРОГРАМНИХ РОЗШИРЕНЬ

Завершивши запис проекту музичного твору і зберігши його у форматі MIDI, робота у Cubase Pro над ним не завершується, адже належний запис музич-

них партій, їх початкове зведення, налаштування та корекція – це тільки перший етап, більше подібний до створення його своєрідної партитури, яка має особливий вигляд і зрозуміла більшості видів музичного програмного забезпечення. У творчому сенсі фінальний MIDI-файл розглядається як основа або своєрідна розмальовка, яку можна, використовуючи сучасні програмні можливості Cubase Pro, розвинути новими музичними інструментами, творчими засобами, спеціальними ефектами тощо. До цієї категорії засобів належить розроблена компанією Steinberg технологія VST (Virtual Studio Technology), що дозволяє використовувати різноманітні додаткові програмні розширення у вигляді плаґінів (*Plug-In*). У такому форматі (додаткових розширень) виготовляються віртуальні електронні музичні інструменти, серед яких виділяються програмні синтезатори та семплери. Такі програмні додатки мають надзвичайно різноманітні можливості і призначення, параметри і характеристики, логіку побудови інтерфейсів і їх структуру, а тому для якоїсь чіткої їх класифікації не вистачить навіть окремого видання. Це спонукає нас зосередитися на описі найбільш популярних і поширених віртуальних музичних інструментах для формування чіткого розуміння функціоналу такого програмного розширення та його практичного застосування у професійній діяльності учителя музичного мистецтва. Серед критеріїв відбору плаґінів ми виділили універсальність, функціонал, доступність та зручність користування.

Програмні синтезатори: характеристики та функціонал

Програмні синтезатори – це спеціальне програмне забезпечення, яке в межах певної інформаційної системи відтворює всі технологічні ланцюжки синтезу звуку та керування ним подібно до процесу роботи з їх апаратними версіями. Ці програми керуються як MIDI-пристроями, так і шиною MIDI-даних програми багатоканального зведення, отримуючи команди від доріжок проєкту музичного твору та віддаючи у загальний мікс уже згенерований звук. Таке програмне забезпечення може як повністю відтворювати роботу популярних апаратних синтезаторів, так і не мати жодних апаратних аналогів та поширюватися винятково у формі плаґінів.

Ще з 90-х років програмні синтезатори разом із комп'ютером надзвичайно швидко заповнили індустрію створення музики через надзвичайну доступність та універсальність, яка дозволяла використовувати їх із переважною більшістю програм-секвенсерів чи програмного забезпечення для багатоканального зведення. Водночас визначальною їх характеристикою було використання невеликого об'єму даних та ресурсів комп'ютерної системи на противагу сучаснішим версіям чи програмним семплерам, які стали набагато ресурсоемісними.

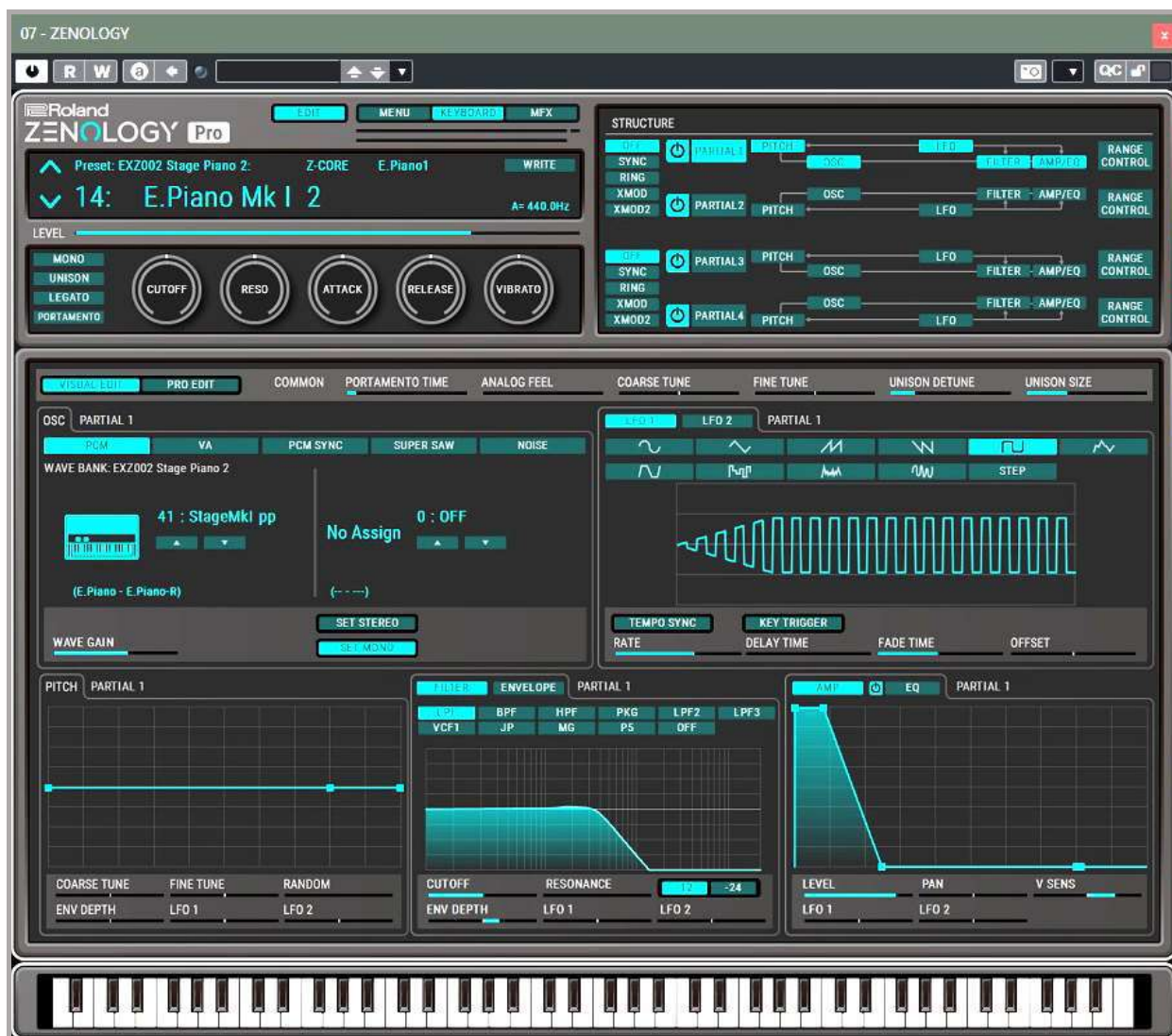
Світові лідери виробництва синтезаторів часто поширювали програмні версії своїх найбільш вдалих синтезаторів-бестселерів, які дозволяли за допомогою комп'ютера та MIDI-клавіатури відтворити їх звучання як у межах проєкту музичного твору в DAW, так і у живій концертно-виконавській діяльності. Цей процес носить назву емуляція (відтворення), а такі програмні синтезатори ще називають віртуальними (*Virtual Instruments*). Часто такі спроби робили розробники зовсім інших компаній, які не мали жодного стосунку до розробки апаратних версій цих синтезаторів.

Так з'явилися такі віртуальні синтезатори популярних компаній як Roland (Legendary, Zenology та ін.), Yamaha (PSS, Yamaha Genie, Dexed: Yamaha DX7 та ін.), Korg (Triton, M1, Wavestation, Arp Odyssey, Mono/Poly, Polysix, Ms-20 та ін.) тощо. Їх основна мета – озброєння користувача засобами та можливостями аналогічним їх апаратним версіям, але у зручній формі підключення та за набагато доступнішою ціною.

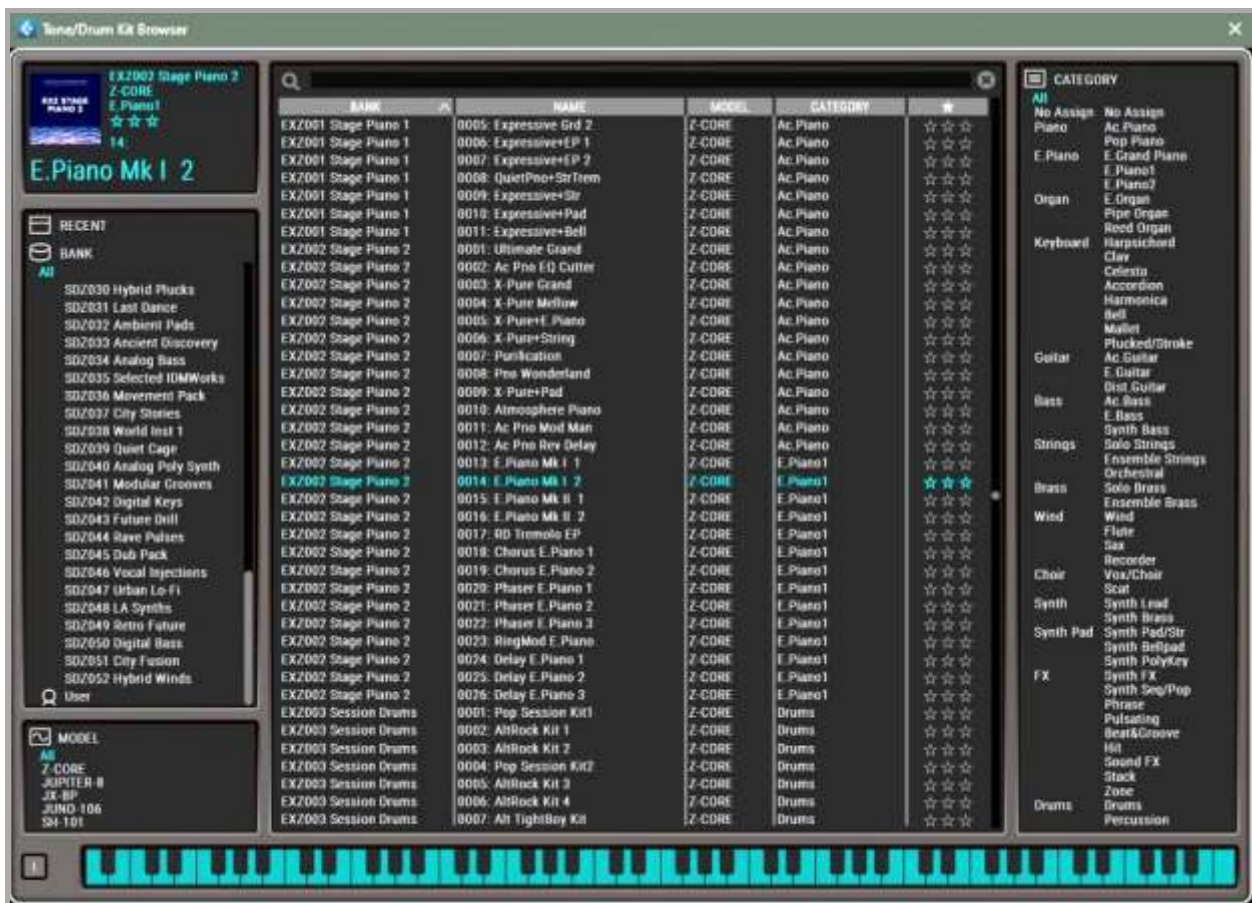
Розглянемо будову, інтерфейс та функціонал віртуальних синтезаторів на прикладі кількох програмних продуктів різних компаній.

Головне вікно синтезатора Roland Zenology (мал. 122) має секційну структуру та кілька додаткових вкладок з різноманітними налаштуваннями. Найперша секція (*Preset*) виводить інформацію про обраний музич-

ний тембр, його порядковий номер, назву та належність до певної бібліотеки. Наступна секція регулює параметри вхідних MIDI-даних від клавіатури чи доріжки проєкту (фільтри): *Cutoff*, *RESO*, *Attack*, *Release*, *Vibrato*. Секція *Structure* дозволяє переглядати та редагувати структуру синтезу звуку, налаштовуючи параметри для кожного каналу окремо. Інші секції дозволяють змінювати параметри чутливості хвилі (*Wave Gain*), синхронізації (*Tempo Sync*), сили стискання звуку (*PCM*), обирати різноманітні фільтри (*Filter*) та форми звукових коливань (*LFO*), змінювати висоту тону (*Pitch*), керувати підсиленням звуку (*AMP*) тощо. Як і більшість віртуальних синтезаторів, Roland Zenology має зручну та багатогранну бібліотеку заготовлених банків (мал. 123), розподілених на категорії за різними групами та ознаками. Також у цьому вікні можна відфільтрувати стандартні тембри окремих апаратних моделей компанії Roland, які розміщуються у секції *Model*, або проводити пошук за широкою класифікацією музичних інструментів у вікні *Category*.



Мал. 122. Віртуальний синтезатор Roland Zenology



Мал. 123. Бібліотека Roland Zenology

Подібну логіку побудови віртуальних синтезаторів використовує компанія Korg. Її програмна емуляція популярного синтезатора Triton (мал. 124) дозволяє використовувати заготовлені пресети музичних інструментів і повноцінно змінювати параметри звукового коливання обраних тембрів, поєднувати (*Split*) між собою звучання кількох інструментів, шукаючи нові художні засоби та цікаве звучання.



Мал. 124. Віртуальний синтезатор Korg Triton Extreme



Мал. 125. Віртуальний синтезатор Korg Mono/Poly



Мал. 126. Віртуальний синтезатор Korg Synthesizer MS-20



Мал. 127. Віртуальний синтезатор Korg ARP Odyssey

У побудові інтерфейсів віртуальних синтезаторів розробники використовують найрізноманітніші підходи. Одним із класичних і найзрозумілішим для великої кількості фахівців музичної індустрії залишається використання логіки аналогових синтезаторів 80-х років з групуванням категорій параметрів та їх представлення у вигляді перемикачів, тумблерів, регуляторів, індикаторів тощо. За такого підходу фахівець може контролювати та налаштовувати звучання, не витрачаючи час на пошук певних налаштувань у різних вкладках плагіна, але це вимагає більше знань та досвіду у генерації необхідного звуку, що для непідготовленого користувача створюватиме серйозні труднощі. Використання таких синтезаторів значно спрощується завдяки великій кількості попередньо налаштованих пресетів, з яких аранжувальник може обрати ті, що сподобалися, прослуховуючи фрагмент свого проекту музичного твору та змінюючи тембри «на льоту». На мал. 125-127 представлені приклади таких програмних синтезаторів.

З іншого боку, велику кількість програмних синтезаторів, які відтворюють звучання класичних аналогових пристроїв, розробники намагаються виконати, змінюючи регульовальні параметричні частини інтерфейсу на прості органи управління подібно до вінтажних електронних музичних інструментів, що дозволяє не обтяжувати користувачів налаштуванням надмірних технічних параметрів та наповнити роботу з ними відчуттям стилю та смаку. Інтерфейси таких програмних синтезаторів включають багато декоративних елементів, які не стосуються параметричних налаштувань звуку або поєднують вигляд музичних інструментів з елементами різноманітних апаратних пристроїв, декору приміщення, студії (мал. 128).



Мал. 128. Віртуальний синтезатор miniKorg

За декілька десятиліть виготовлено чимало віртуальних синтезаторів і часто їх функціонал може перехресщуватися або збігатися. Ми розглянемо сучасні популярні програмні синтезатори, які завоювали увагу музикантів та прихильність користувачів.

Продовжуючи тему вінтажних електронних музичних інструментів, звертаємо увагу на колекцію програмних синтезаторів Arturia V Collection (мал. 129). Цей пакет програмного забезпечення налічує 28 емуляцій найкращих аналогових синтезаторів, випущених за майже половину століття, та відзначається надзвичайно якісним глибоким і теплим звучанням.

Альтернативою такому набору може стати VST-синтезатор з аналоговим звучанням u-he Diva (мал. 130) напівмодульного типу, який охоплює п'ять осциляторів, дві обвідні лінії, п'ять фільтрів, осцилограф та секцію ефектів.



Мал. 129. Колекція програмних синтезаторів Arturia V Collection
(Джерело: <https://www.arturia.com/products/v-collection/buy>)



Мал. 130. Напівмодульний синтезатор u-he Diva
(Джерело: <https://u-he.com/products/diva/>)

У сучасному розрізі розвитку інформаційних технологій, де універсальність є найпершою необхідністю, розвиток програмних синтезаторних систем, що дозволяють озброїти користувача найширшими можливостями-

ми у створенні музики, стало головним трендом у розробці нових програмних продуктів. Один з них – гібридний програмний синтезатор Spectrasonics Omnisphere (мал. 131), який охоплює біля 500 таблиць хвиль різноманітної будови, 12 енвелупів, 34 фільтри, 8 генераторів низької частоти (LFO) та 57 блоків ефектів (FX). Цей VST-плагін вийшов за рамки традиційних програмних синтезаторів, дозволяє не тільки обрати та налаштувати звуки із бібліотеки, яких понад 14 000 найменувань, а й створити з нуля свої. Така його функціональність дозволила швидко зайняти лідируючі позиції на світовому ринку програмних синтезаторних технологій.



Мал. 131. Програмний синтезатор Spectrasonics Omnisphere
(Джерело: <https://www.spectrasonics.net/products/omnisphere/>)

Серед програмних синтезаторів різноманітного типу генерації звуку яскраво вирізняється віртуальний хвильовий синтезатор Xfer Records Serum (мал. 132), який охоплює три хвильові осцилятори, три обвідні лінії, чотири низькочастотні генератори, фільтри та велику кількість ефектів. Він заснований на технології хвильових таблиць, яка вважається однією з найкращих технологій на ринку програмного забезпечення.



Мал. 132. Віртуальний хвильовий синтезатор Xfer Records Serum
(Джерело: <https://www.iamimagine.com/news/blog-post-xfer-serum>)

Особливої уваги вимагають програмні продукти компанії Native Instruments. Технології, які вона пропонує на ринку створення музики, швидко завойовують світову першість через надзвичайно реалістичне та водночас унікальне звучання. Серед віртуальних програмних засобів цього бренду вирізняється Reaktor (мал. 133) – модульний синтезатор, який складається з понад 70 різноманітних звуків та їх варіацій, доступних для налаштування в унікальному інтерфейсі з інтуїтивними способами підключення, а також зручна бібліотека готових звукових пресетів, які часто поєднують можливості синтезованого та семплованого звучання.



Мал. 133. Модульний синтезатор Native Instruments Reaktor (Джерело: <https://www.native-instruments.com/en/products/komplete/synths/reaktor-6/>)

Іншим потужним віртуальним синтезатором компанії Native Instruments став Massive X (мал. 134) – басовий хвильовий синтезатор, побудований на основі віртуально-аналогового субтрактивного ядра, яке має 170 хвильових таблиць, два осцилятори з фазовою модуляцією, режими та субрежими роботи. Синтезатор охоплює багато високоякісних тембрів, безліч звукових ефектів та може працювати не тільки із синтезованими звуками, а й з семплами.



Мал. 134. Віртуальний басовий синтезатор Native Instruments Massive X (Джерело: <https://www.native-instruments.com/en/products/komplete/synths/massive-x/>)

З-поміж великої кількості віртуальних синтезаторів, які частково чи повністю задіють алгоритми та логіку аналогового синтезу, вирізняються програмні продукти, які у своїй основі використовують нові цифрові підходи до створення звуку. Одним з таких віртуальних синтезаторів є Reveal Sound Spire (мал. 135), який став надзвичайно популярним у окремих стилях сучасної електронної музики завдяки чистому звучанню та гнучким параметрам налаштувань.



Мал. 135. Віртуальний синтезатор Reveal Sound Spire
(Джерело: <https://www.reveal-sound.com/plug-ins/spire>)

Підсумовуючи, зазначимо, що першочерговою метою створення музики чи аранжування музичного твору не завжди є пошук нового чи унікального музичного інструмента, тембру чи програмного синтезатора, а реалізація власного бачення тієї чи тієї композиції, вибору складу виконавців, написання сольних та акомпанементних партій, поєднання їх тембральних характеристик тощо. Відтак, пошук необхідних віртуальних синтезаторів отримує нову мету, яка спрямовуватиметься на озброєння користувача необхідними інструментами і засобами реалізації його художнього задуму, а тому більшість професійних аранжувальників, обравши лише кілька зручних для них програмних продуктів, створюють сотні різноманітних цікавих музичних композицій. Такий підхід якнайкраще підійде вчителю музичного мистецтва для роботи зі шкільним музичним репертуаром. Вивчати велику кількість програмних синтезаторів, їх будову та органи управління не завжди доцільно. Обравши для себе лише кілька робочих продуктів, решту вільного часу вчитель музичного мистецтва може присвятити глибшому музичному аналізу музичного твору, його оркеструванню та аранжуванню, що значно покращить фінальний результат та збагатить його професійний досвід.

Програмні семплери та їх бібліотеки

Семплер – електронний пристрій, у якому генерація звуку відбувається за допомогою відтворення короткого запису реального (акустичного, електронного) звуку певного музичного інструмента (фортепіано, труби, скрипки, людського голосу тощо), уривків з послідовністю звуків, записів спеціальних звукових ефектів. Ці короткі записи називаються семплами (англ. *sample* – зразок) і зберігаються у пам'яті пристрою (апаратні семплери) або програми (програмні семплери), а управління ними відбувається за допомогою спеціального контролера, MIDI-клавіатури або керівної доріжки. Як і в синтезаторах, у семплерах також містяться фільтри, генератори частотних коливань, модуляції, ефекти та інші засоби, які дозволяють змінювати звучання. Семплер виник як нова досконаліша форма секвенсера, а тому часто охоплює багато його параметрів і можливостей.

У сучасній практиці апаратні семплери повністю витіснені з ринку їх програмними версіями, які, поєднуючи роботу з контролерами або MIDI-клавіатурою, дають користувачам набагато більше переваг та технічних можливостей. Незалежно від форми реалізації семплерів (апаратні, програмні), існує велика кількість їх різноманітних видів, які характеризуються: кількістю незалежних голосів (поліфонія); розміром пам'яті; кількістю MIDI-каналів для управління; роздільною здатністю і глибиною звуку (розрядність); кількістю вихідних каналів. За параметрами та операціями з матеріалом (подібно до програмних синтезаторів), семплери також можуть розрізнятися за технологією створення звуку: таблицно-хвильові, лінійно-арифметичні та ромплери (ROM – пам'ять). Завдяки складним технологічним процесам поєднання, нашарування, алгоритмів модулювання та звуковисотної зміни натуральних музичних звуків семплерне звучання зайняло лідируючі позиції у створенні як віртуальних, так і апаратних електронних музичних інструментів.


Серед популярних у професійних колах аранжувальників та композиторів можна відзначити такі програмні семплери, як Steinberg Halion, Native Instruments Kontakt, Arturia Mellotron, Arturia Pigments, Serato Sample та багато інших. Розглянемо основні характеристики, складові частини та параметри управління програмних семплерів на основі програмного продукту компанії Native Instruments, семплера Kontakt (мал. 136).

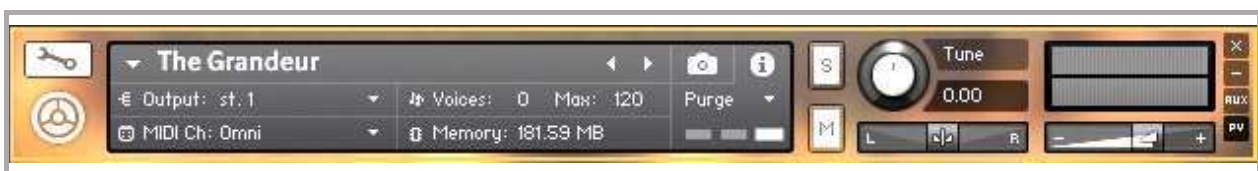


Мал. 136. Головне вікно семплера Kontakt

До його позитивних характеристик можна зарахувати: інтуїтивно зрозумілий та зручний інтерфейс, можливість створення та керування семплами різного типу та складності, створення власних музичних інструментів на основі семплів, використання різноманітних бібліотек. Головне вікно семплера (мал. 136) складається з функціональних секцій, зокрема у лівій частині інтерфейсу можуть розміщуватися каталоги бібліотек, медіабраузер, монітори та індикатори, інструменти автоматизації, у правій – додані інструменти у форматі рекової стійки (*Rack Multi Instrument Mode*), що можуть нашаровуватись та працювати разом, елементи управління їх параметрами, фортепіанна клавіатура, на якій голубим кольором виділяються клавіші, яким присвоєно відповідний семпл, червоним позначаються клавіші-перемикачі виконавських прийомів, штрихів або інших налаштувань, сірим – незадіяні клавіші.

Налаштування музичних інструментів проводиться у рековому вікні семплера; вони розподілені на дві основні частини: стандартної заголовної частини у формі елементів керування доріжки (верхня ч.; однаковий набір параметрів для всіх); спеціальної частини налаштувань інструмента (нижня ч.; специфічний набір, який видозмінюється відповідно до завантаженого інструмента).

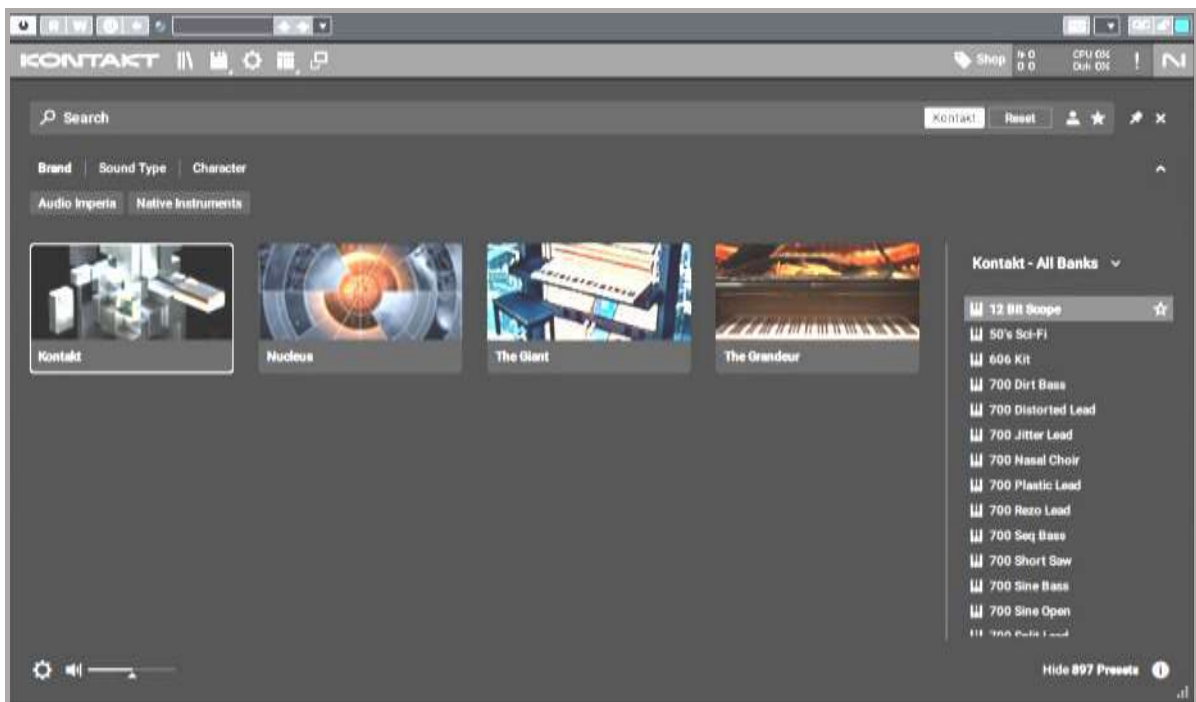
Заголовна частина інструмента (мал. 137) інформує про його назву, номер вихідного каналу, керівний MIDI-канал, об'єм зайнятої пам'яті, завантаженість процесора та дозволяє керувати рівнем гучності, панорами, висотою тону тощо. Більш детальні налаштування інструмента викликаються відповідною клавшею . Структура нижньої частини налаштувань залежить від виробника тієї чи тієї бібліотеки, типу і характеру музичного інструмента та переважно виконується у яскравому графічному дизайні, що допомагає додатково усвідомити його спрямованість. На мал. 137 представлений віртуальний музичний інструмент – рояль *Grandeur* від компанії Native Instruments, дизайн якого також увібрав органи управління специфічними параметрами: тембром (*Tone, Color, Anatomy, Dynamic Rage, Resonances*), розміром концертного залу (*Space, Amount, Size, Distance*), просторовими ефектами (*Concert Hall*) тощо. Більшість з таких налаштувань розробляється виробниками суто під конкретну бібліотеку музичних інструментів, а тому її вибору варто приділяти особливу увагу.



Мал. 137. Налаштування музичного інструмента у семплері Kontakt

Бібліотека семплів – незмінний компонент будь-якого семплера. На її основі відбувається розробка як готових музичних інструментів у формі патчів (*patch*), так і окремих збірок семплів. Для зручного пошуку семплів у Kontakt реалізовано детальний режим перегляду встановлених бібліотек (мал. 138), на якому у формі піктограм виведені усі інстальовані збірки. Показово, що Kontakt може працювати з бібліотеками різноманітних виробників, а така універсальність вивела цей семплер на лідируючі позиції на ринку сучасного програмного забезпечення для створення музики.

Якщо при написанні електронної музики переважно застосовують синтезатори, то у роботі з композиціями, які необхідно записати натуральними звуками акустичних та електронних музичних інструментів, більшою мірою використовуються семплери. Це підтверджується наявністю величезної кількості бібліотек семплів присвячених групам оркестрових музичних інструментів (струнних, мідних і дерев'яних духових, перкусіям тощо), електрогітарам, басам, народним інструментам народів світу, сольному вокальному та ансамблевому хоровому виконанню, а ще надзвичайно великій кількості аудіо-акустичних спеціальних ефектів.



Мал. 138. Каталог семплерних бібліотек Kontakt

У наш час популярність на ринку програмного забезпечення завоювали такі компанії та їх продукти:

- **Audio Imperia** – Areia, Cerberus, Jaeger, Legacy, Nucleus, Solo;
- **Cinematic** – Strings 2, Studio Brass, Studio Piano, Studio Woodwinds;
- **Heavyocity** – Ascend, Damage Guitars, Forzo, Fury, Gravity 2, Novo, Scoring Acoustic Guitars, The Damaged Orchestra;
- **Native Instruments** – The Giant, The Grandeur, The Maverick, Action Strings, Emotive Strings, Studio Drummer;
- **Performance Samples** – Caspian, Oceania, Vocalise (Gravity Pack);
- **Spectrasonics** – Keyscape, Legacy, Omnisphere, Sonic Extensions, Tribute, Trilian;
- **Metropolis Ark** (Part. 1; 2; 3);
- **Output** – Rev;
- **Projectsam** – Orchestral Essentials, Symphobia 4 Pandora;
- **Strezov-Sampling** – Choir Essentials.

Цей список далеко не вичерпаний і неструктурований, адже у багатьох моментах бібліотеки дублюють функціонал одна одної або можуть не задовільнити аранжувальників у виконанні конкретних творчих завдань. Проте проблема збалансованої кількості бібліотек семплера Kontakt стоїть гостро через надзвичайно великий об'єм даних (семплів), які може займати одна бібліотека. Через великий об'єм збільшується на-

вантаження на комп'ютерну систему і може зростати затримка сигналу, що критично для запису проєктів музичних творів. Усунути затримки у проєкті можна, використовуючи надшвидкісні твердотілі накопичувачі SSD (Solid-State Drive) формату NVMe, але, зважаючи, що для ефективної роботи великої кількості бібліотек необхідні терабайти (Tb) вільного місця, вартість комп'ютера різко зростає, що для більшості звичайних користувачів на відміну від професійних саундпродюсерів неприйнятно. З досвіду можна сказати, що між дороговартісним обладнанням і функціональним програмним забезпеченням у роботі з музичними творами навчального характеру можна знайти золоту середину, використовуючи універсальні та прості у користуванні бібліотеки середньої якості, що стануть у нагоді вчителям музичного мистецтва. Також можна поєднувати у проєкті музичного твору семплерні звуки зі звуками і тембрами програмних та віртуальних синтезаторів.

Додаткові способи спростити вчителю музичного мистецтва аранжування музичних творів та вивільнити частину його робочого часу, використовуючи автоматизації та можливості нейромереж штучного інтелекту, ми розглянемо далі.

Мастеринг зведеного проєкту та його автоматизація

Завершуючи етап зведення проєкту музичного твору, ми отримуємо аудіофайл, який потребує ще деякої корекції, а іноді й суттєвих програмних втручань звукоінженера. Ці процеси підпорядковуються фінальному після зведення етапу роботи, який називається мастерингом.

Мастеринг (англ. *mastering*) – одна із найскладніших форм аудіо-постпродакшну, фінальний етап роботи над аудіотреком, який вимагає фахівців з багатою теоретичною базою, різностороннім практичним досвідом, здатних до роботи зі складною спеціалізованою апаратурою високого класу у спеціально облаштованих приміщеннях без акустичних спотворень. За довгий проміжок еволюції мастерингу як особливої форми роботи зі звуковою інформацією цей процес включав різні додаткові технологічні процеси, які пов'язувались зі зміною носія запису, його адаптацією до умов телебачення та радіомовлення, тиражуванням на аналогових та цифрових носіях тощо. Головне завдання мастерингу – забезпечити належне якісне звучання композиції на всеможливих джерелах відтворення, а тому у його процесі також використовуються елементи частотної корекції та динамічної обробки, але цілковито до всього запису, а не тільки окремих музичних партій, як при зведенні.

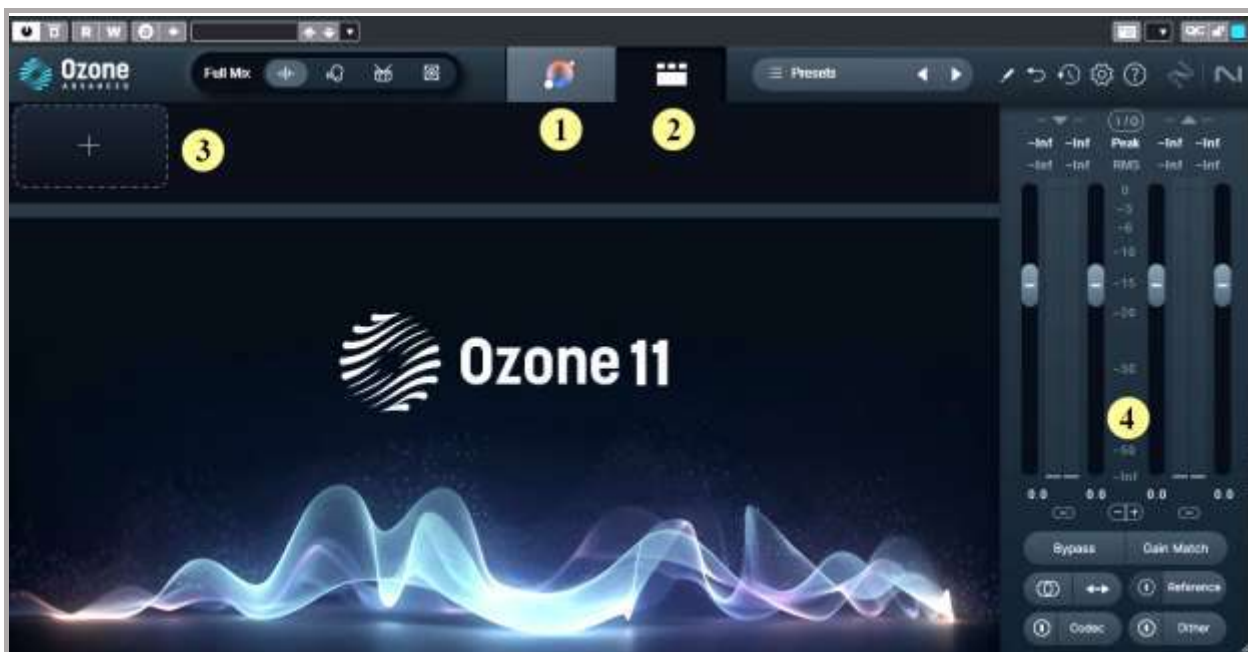
Мастеринг вимагає особливих слухових вмій, тому навіть не всі найдосвідченіші звукооператори можуть здійснювати цю процедуру на професійному рівні. З цієї та інших раціональних причин ми не розглядатимемо специфічні мастерингові операції, а зосередимось на простих і дієвих способах покращення звучання звукового файлу (фонограми), корекції його гучності та компресії, що стане в нагоді учителям музичного мистецтва для роботи з творами шкільного музичного репертуару.

Мастеринг можна виконувати як у програмах багатоканального звукування (DAW), так і в аудіоредакторах. Одним із популярних програмних інструментів для мастерингу став продукт WaveLab компанії Steinberg, який дозволяє проводити різноманітні маніпуляції з аудіоматеріалом, використовуючи як спеціальні програмні інструменти, так і комплексні рішення у формі багатофункціональних програмних розширень – плаґінів.

Розглянемо основи мастеринга на прикладі роботи з популярним плаґіном Ozon від компанії iZotope, який дозволяє працювати в автоматичному та ручному режимах, що спрощує його використання непідготовленими користувачами. У стартовому вікні плаґіна (мал. 139) для роботи в автоматичному режимі необхідно скористатися клавішею аналізу (мал. 139-1) звукового матеріалу та програти найбільш кульмінаційну та фактурно заповнену частину композиції для вибору системою необхідних налаштувань та корекцій. По завершенні аналізу, використовуючи клавішу виклику асистента мастерингу (мал. 139-2), можна увійти до детальних налаштувань кожного інструмента або фільтра, які задіяла система, та змінити їх параметри.

Нижче розміщується ланцюжок інструментів (мал. 139-3) у формі компактних модулів, які можна додавати самотійно, використовуючи клавішу «+». Наступна секція – основне робоче поле, яке охоплює різноманітні налаштування та індикатори. Справа (мал. 139-4) розміщується вихідна секція, де перша група індикаторів відповідає за початковий файл (вхід), а друга – за її видозмінену плаґіном версію (вихід).

У автоматичному режимі після аналізу композиції програма видає вікно (мал. 140), у якому користувач може обрати ступінь фактурного викривлення (*Tonal balance*), що виконується інструментом еквалайзера (*Equalizer*), а також підвищити рівень вихідного сигналу (*Loudness*) за допомогою спеціального виду лімітера – максимайзера (*Maximizer*), який максимально піднімає рівень гучності, одночасно зменшуючи транзйєнти, які виходять за допустимий рівень.



Мал. 139. Стартове вікно iZotope Ozone 11



Мал. 140. Вікно автоматичного режиму iZotope Ozone

Автоматичний режим може налаштовуватись плагіном за обраними музичними стилями, максимально наближаючи набір налаштувань і параметрів під потреби користувача. У правій частині вікна (мал. 140) розміщуються регулятори тонкого налаштування мастерингу: баланс рівнів голосу та фонограми (*Vocal Balance*); тонких налаштувань композиції (*Extras*) – динамічних змін (*Dynamics Match*), ширини панорами (*Width Match*), чіткості (*Clarity Amount*) та стабілізації (*Stabilizer Amount*).

У режимі детального налаштування інструментів iZotope Ozone (мал. 141) користувач може обрати попередньо налаштований плагіном

засоби або додати бажані зі списку праворуч (*Clarity, Dynamic EQ, Dynamics, Equalizer 1, Equalizer 2, Exciter, Imager, Impact, Low End Focus, Master Rebalance, Match EQ, Maximizer, Spectral Shaper, Stabilizer, Vintage Comp, Vintage EQ, Vintage Limiter, Vintage Tape*). Для порівняння зауважимо, що раніше, в епоху аналогового мастерингу, ці функції виконували дороговартісні апаратні пристрої, які вимагали не тільки професійної підготовки, досвіду роботи чи відповідної кваліфікації, а й значних фінансових вкладень. Тому використання їх програмних емуляцій у складі комплексного забезпечення розширює творчі та технічні можливості роботи з музичним матеріалом на фінальному етапі виробництва.

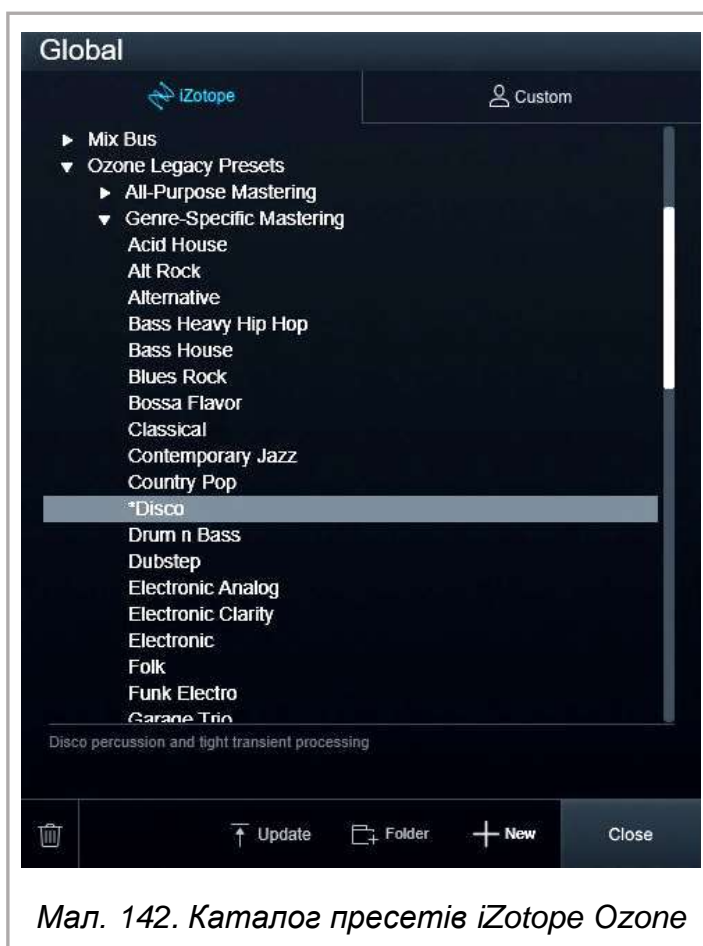


Мал. 141. Вікно детальних налаштувань інструментів iZotope Ozone

Налаштування параметрів автоматичного мастерингу проводиться з багаторазовим почерговим прослуховуванням, відтак, щоб зміни гучності не відволікали звукооператора від тонких налаштувань інструментів, у вихідній секції необхідно обрати функцію компенсації чутливості (*Gain Match*), що допоможе порівнювати «до і після» без скачків рівня сигналу. Клавша *Bypass* дозволяє вимкнути роботу абсолютно всіх інструментів для слухової оцінки користувачем якості проведених змін.

Універсальність та доступність iZotope Ozone не тільки для професіоналів, а й ентузіастів у галузі музичного мистецтва підтверджується наявністю величезної кількості пресетів, які розробники структурували у зручному каталозі, розділивши їх на категорії: за видами мастерингу, музичними стилями, стилями роботи відомих фахівців мастерингу, оптимізацією складних процесів тощо (мал. 142).

По завершенні мастерингу аудіофайлу композиції проводиться її повторне збереження у необхідному аудіоформаті, а після цього робота над проектом музичного твору вважається завершеною. На цьому етапі учитель музичного мистецтва, працюючи над певним музичним твором, отримує повністю завершений файл, який може використовуватися на уроках мистецтва або у концертно-виконавській діяльності. Завдяки програмним автоматизаціям вдосконалення аудіофайлів не займає надто багато часу, але дозволяє суттєво підвищити якість музичного контенту та досягти нового якісного рівня аранжування музичних творів за допомогою комп'ютерних технологій.

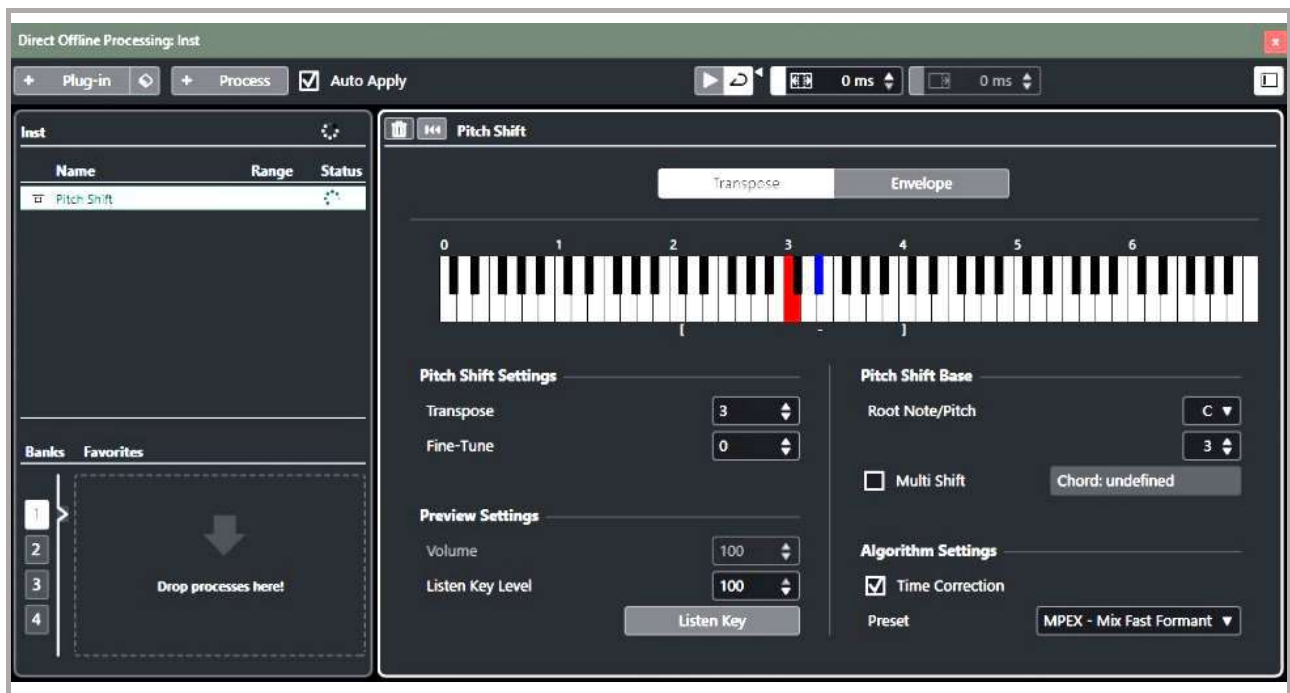


Мал. 142. Каталог пресетів iZotope Ozone

Інструменти зміни тональності та темпу аудіозаписів

У професійній діяльності вчителів музичного мистецтва часто виникає необхідність змінювати відповідно до виконавських можливостей школярів тональність чи темп музичних творів, а саме фонограм-мінусовок, які поширюються переважно у вигляді аудіозаписів у форматі wave або mp3. Виконати такі операції з файлами можна за допомогою більшості програм аудіоредакторів. Ми розглянемо їх у програмі Cubase Pro.

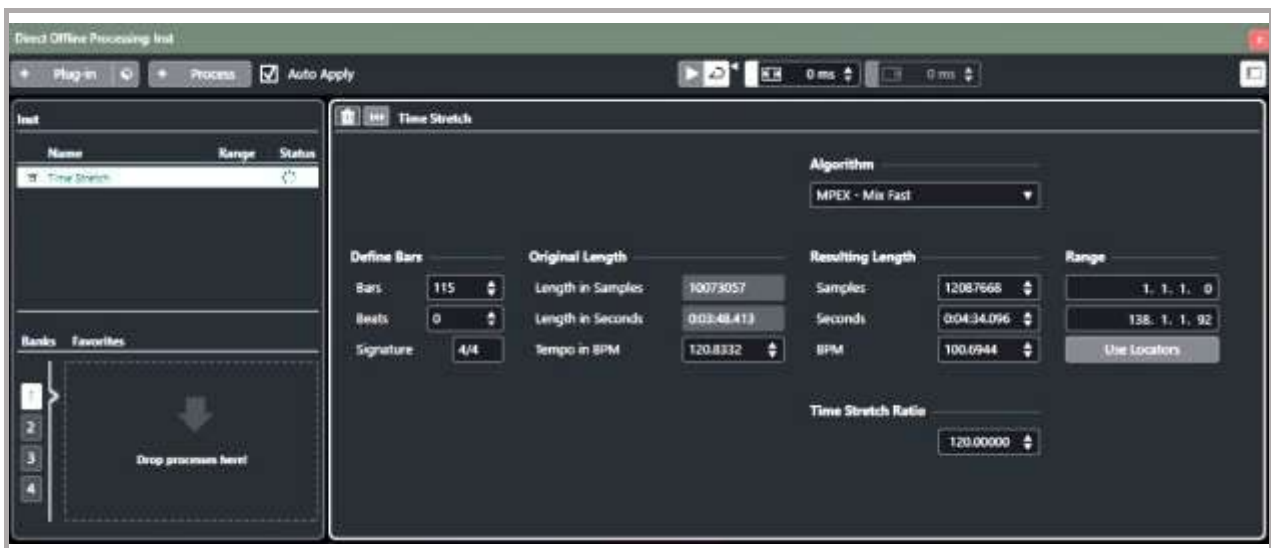
Для початку необхідно створити новий проект музичного твору та додати на аудіодоріжку необхідний матеріал. Для зміни тональності доданої композиції необхідно скористатися головним меню програми та обрати інструмент зсуву висоти (*Pitch Shift*), який знаходиться у **Audio-Processes**. У вікні інструмента (мал. 143) необхідно вказати кількість півтонів («+» – для транспонування вгору; «-» – для транспонування вниз). Для цього можна скористатися цифровими даними у лівій секції інструмента *Transpose* або змінити буквене позначення тональності у правій секції.



Мал. 143. Інструменти зміни тональності у Cubase Pro

На відміну від таких маніпуляцій з MIDI-даними, де все відбувається швидко та без обмежень, для закріплення введених змін у роботі з аудіо-інформацією необхідно провести прорахунок фрагменту чи всієї доріжки, що займає певний час. Ще одна відмінність, яку треба враховувати, – це обмеженість діапазону програмної зміни тональності аудіофайлів, які, залежно від технічної якості і музичної фактури, можуть сягати лише кількох тонів в обох напрямках, а проведення транспозиції на більший інтервал сильно псує звучання. Якщо необхідно провести плавну зміну тональності аудіофайлу, не прив'язуючись до фіксованих значень (півтонів), можна використати режим *Envelope*, який дозволяє намалювати криву звуковисотних змін на звуковому матеріалі доріжки. Після проведення всіх змін файл зберігається звичайним способом через меню *Export* для його подальшого використання у роботі зі школярами.

Схожий алгоритм роботи за необхідності зміни темпу звукового файлу. Для цього можна використати локальний інструмент корекції швидкості відтворення *Time Warp* та в робочому полі проєкта провести необхідні зміни з допомогою інспектора треків. Якщо необхідні зміни сталі для всієї доріжки (без фрагментарних пришвидшень чи заповільнень), зручніше використовувати інструмент *Time Stretch* (мал. 144), який знаходиться у **Audio-Processes**.



Мал. 144. Інструменти зміни тональності у Cubase Pro

Інструмент *Time Stretch* дозволяє змінювати швидкість відтворення за такими параметрами: зміни темпу за кількістю ударів на хвилину (*Tempo in BPM*), для цього налаштовується визначення долей, тактів та музичного розміру (*Define Bars*); зміни тривалості аудіо-файлу через встановлення початкової та вихідної довжини композиції (*Original Length, Resulting Length*); використання доріжки *Tempo Track* та налаштування під неї аудіофайлу. У ситуації зі зміною темпу аудіофайлів найбільш слабким місцем, щодо якості звучання виявляються великі сповільнення, а тому варто обережно користуватися цим інструментом за принципом компромісу між значними відхиленнями темпу та якістю звучання композиції.

Зміна тональності та темпу відтворення музичного матеріалу у аудіо-форматі та його адаптація до виконавських можливостей учнів – один із рутинних процесів підготовки музичного матеріалу до уроків музичного мистецтва, концертно-виконавської діяльності, проведення виховних заходів, музичних конкурсів тощо. Ці процеси можна оптимізувати, використовуючи різноманітні ресурси з відповідним функціоналом (наприклад, сайт x-minus), а за пошуку мінусовок на таких ресурсах одразу вносити свої корективи. Найбільш зручно проводити такі дії з аудіофайлами у середовищі нейромереж, використовуючи потужності систем, заснованих на штучному інтелекті, а також ще багато функціональних дій, які ми розглянемо далі.

Використання штучного інтелекту у роботі над музичним супроводом

Використання штучного інтелекту (ШІ) у різних сферах людського буття за дуже короткий період виявило неймовірний потенціал та перспективність цієї технології. Не стала винятком мистецька галузь, зокрема музичне мистецтво.

Штучний інтелект (ШІ) (англ. *artificial intelligence, AI*) – це галузь інформатики, комп'ютерної інженерії та математичної лінгвістики, сконцентрованої на розробці «розумних» обчислювальних машин, здатних виконувати завдання, які потребують людського інтелекту (розпізнавання мови, зображень, аналіз музики або керування складними операційними процесами – керування космічними шатлами, літаками, човнами, автомобілями тощо).

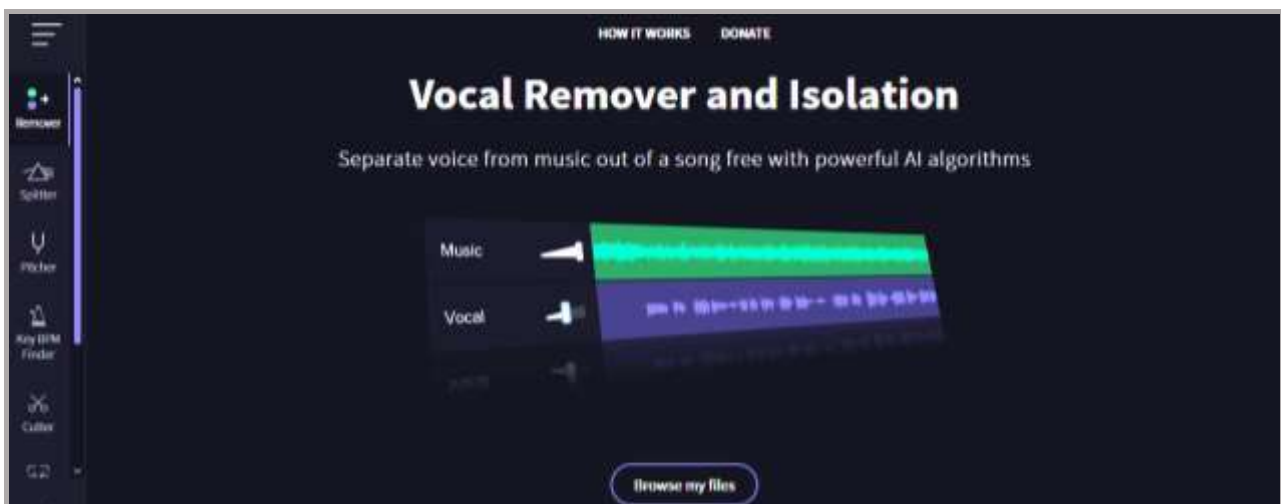
Найважливіше завдання ШІ у музиці, – це максимально автоматизувати складні технологічні процеси та операції, які не в змозі виконувати звичайний користувач, задіюючи спеціалізоване програмне забезпечення, через надмірну технічну складність та брак спеціальної підготовки. ШІ виступає тоді як посередник між вказівками користувача та програмним алгоритмізованим виконанням означеного завдання або додатково ще й як його виконавець. Головною цінністю такої взаємодії користувача і ШІ є форма спілкування, яка максимально наближена до людської і використовується для побудови та виконання надскладних обчислювальних процесів за допомогою простих словесних вказівок без надмірної спеціалізованої термінологічної лексики. Цей фактор надзвичайно наближає сучасні технології до їх інтеграції у повсякденний вжиток без спеціальної підготовки користувачів на рівні інтуїтивно зрозумілих процесів.

У музичному мистецтві за останні роки штучний інтелект дозволив реалізувати всім відомий інструмент автотюну (Real Time Auto-Tune), який може корегувати висоту людського голосу чи музичного інструмента у реальному часі виступу на сцені чи за студійного запису; видозмінювати голос співака, роблячи його схожим на голос зіркових виконавців; швидко та просто виконувати складні обчислювальні дії з музичним матеріалом; генерувати музичний контент – вокальний текст, мелодичні та гармонічні послідовності, писати музику у MIDI-форматі, створювати реалістичне музичне виконання голосом чи музичним інструментом у аудіоформаті; проводити унікальні аранжування музичних творів в автоматичному режимі тощо. Останні позиції породили надзвичайно бурхли-

ву дискусію у колах музикантів та науковців, зважаючи на певні загрози перспективної заміни творчої роботи митців алгоритмізованими процесами нейромереж. Дискусія триває досі. Однак технології штучного інтелекту стрімко розвиваються та дедалі більше проникають у наше життя, даруючи нові можливості. Ми розглянемо їх практичне використання у професійній діяльності вчителя музичного мистецтва, зокрема у підготовці музичних супроводів до уроків музичного мистецтва та концертно-виконавської діяльності.

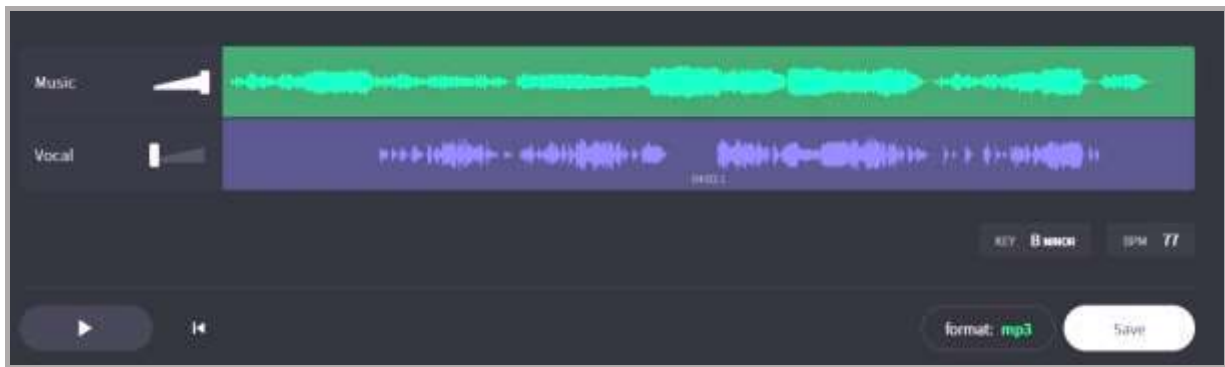
Однією з найпопулярніших програмних функцій ШІ у музиці стало видалення голосу із аудіозаписів, що дозволяє максимально швидко із плюсового звукозапису отримати мінусовку, яку в подальшому можна використовувати у своїй роботі. Виконати таку операцію можна онлайн за допомогою спеціальних сайтів-сервісів [Vocalremover.org](https://vocalremover.org), [Voice.ai](https://voice.ai), [Moises.ai](https://moises.ai), [Fadr.com](https://fadr.com) та ін.

Розглянемо цей процес на популярному сервісі [Vocal Remover](https://vocalremover.org)¹. Використання сервісу (мал. 145) для розподілу вокальної та інструментальної частини аудіозапису розпочинається зі стартового вікна, у якому необхідно через клавішу *Browse my files* надати системі аудіозапис композиції. Після аналізу (мал. 146) сервіс виведе для прослуховування дві доріжки: перша – інструментальні партії (*Music*); друга – вокальні партії (*Vocal*). Кожна з доріжок має регулювання гучності та може бути збережена як окремий звуковий файл (*Save*). Аналізуючи композицію, сервіс також визначає її тональність (*Key*) та точний темп у форматі *BPM*.



Мал. 145. Стартове вікно сервісу *Vocal Remover*

¹ Сервіс [Vocal Remover](https://vocalremover.org). URL: <https://vocalremover.org>



Мал. 146. Розподіл композиції на інструментальну та вокальну частини

Інструментальна частина може використовуватись як фонограма -1 (мінусовка), але інколи потребує певного доопрацювання, адже не всі композиції однаково добре аналізуються сервісом Vocal Remover. Труднощі частіше виникають у роботі з акустичною музикою, але у жанрі сучасної електронної музики результат майже стовідсотковий. Одне із основних доопрацювань для застосування такої фонограми у роботі зі школярами, – записати поверх неї сольну мелодичну партію яскравим музичним інструментом, використовуючи Cubase Pro або іншу DAW для кращого орієнтування дітей у композиції та впевненішого мелодико-ритмічного інтонування. Відокремлена вокальна партія для вчителя музичного мистецтва також має практичне та методичне значення – дозволяє якісно проаналізувати матеріал композиції для його нотного запису або здійснити власне багатоголосе аранжування.

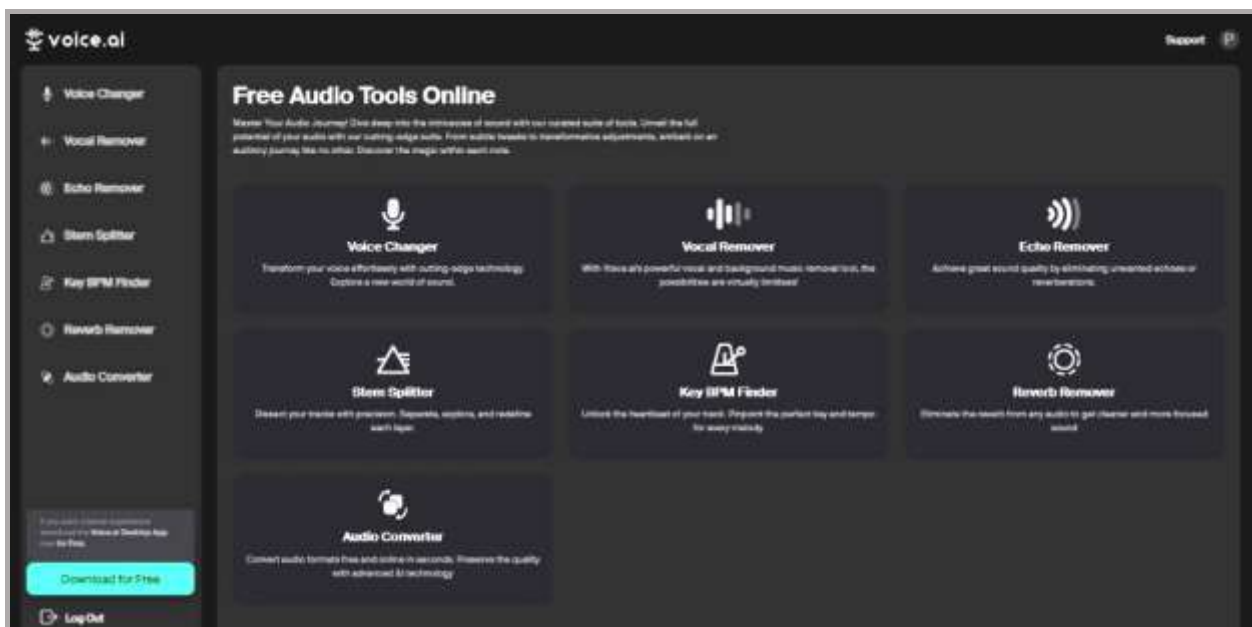
Окрім функції розділення інструментальної та вокальної частин композиції, сервіс Vocal Remover дозволяє провести її транспозицію (*Pitch Changer*), зміну темпу відтворення (*Audio Speed*), встановити тональність (*Song Key*) і темп (*BPM Finder*), провести простий монтаж (*Audio Cutter*), об'єднати багатоканальні композиції (*Audio Joiner*), записати свій голос на диктофон (*Voice Recorder*) або у форматі караоке (*Recording Voice Over a Song*) (мал. 147). Усі функції сервісу натеper працюють на безкоштовній основі.

Подібним інструментарієм володіє сервіс Voice AI¹ (мал. 148), який, окрім розподілу звукового файлу на інструментальну і вокальну партії (*Vocal Remover*), також може виконати специфічні операції із записаним голосом: змінити його тембр та характер (*Voice Changer*), видалити відлуння із запису (*Echo Remover*), звести голос та інші партії (*Stem Splitter*), знайти тональність та темп (*Key BPM Finder*), видалити ефект реверберації із запису (*Reverb Remover*), конвертувати формат звукового файлу (*Audio Converter*) тощо.

¹ Сервіс Voice AI. URL: <https://voice.ai>



Мал. 147. Зміна тональності та темпу у сервісі Vocal Remover



Мал. 148. Стартове вікно сервісу Voice AI

Усі функції сервісу Voice AI доступні користувачам як у онлайн середовищі через сайт <https://voice.ai>, так і через спеціальний програмний додаток, який можна завантажити з сайту та встановити на свій комп'ютер. Зауважимо, що за використання додатку, як і в усього програмного забезпечення, яке працює на основі взаємодії зі штучним інтелектом, необхідне постійне підключення до мережі інтернет.

Більш складними алгоритмами розподілу володіють сервіси Moises AI¹ (мал. 149) та Fadr¹, які дозволяють розділяти аудіофайли не тільки на

¹ Сервіс Moises AI. URL: <https://moises.ai>

інструментальну та вокальну частини, а й спроможні розподіляти композицію на партії кожного окремого музичного інструмента (бас, соло і ритм гітара, ударні, струнні та ін.).



Мал. 149. Стартове вікно сервісу Moises AI

Приклад розподіленої композиції на музичні партії за допомогою сервісу Moises представлений на мал. 150. Користувач може кожну з партій музичного твору зберегти у окремому аудіофайлі та працювати над власним аранжуванням, змінюючи склад та редагуючи лише ті партії, які цього потребують. Цей сервіс також аналізує вокальні партії та дозволяє завантажити готовий набраний текст пісні.



Мал. 150. Розподіл композиції на вокальну та кілька інструментальних партій у Moises

¹ Сервіс Fadr. URL: <https://fadr.com>

Значна перевага Moises та Fadr над іншими подібними сервісами завойована завдяки реалізованій можливості використання систем штучного інтелекту цих сервісів у формі плагіна (програмного додатку) для програм багатоканального зведення (DAW), що дозволяє не переривати технологічний процес створення музичних супроводів (фонограм) чи аранжувань творів шкільного репертуару, а формувати належний і функціональний програмний робочий простір, який допоможе зменшити затрати часу на проведення складних технічних операцій з музичним матеріалом. Розглянутий нами раніше мастеринг композицій також можна виконувати за допомогою Moises у автоматичному режимі за дуже короткий період часу.

Сервіс Fadr розподіл музичних партій композиції на відміну від Moises AI дозволяє зберігати не тільки у аудіоформаті, а й у MIDI-форматі, проводячи фоновий аналіз кожної партії композиції (максимально до 12 музичних інструментів) і кодуючи серію MIDI-повідомлень (мал. 151).



Мал. 151. Розподіл композиції на вокальну та кілька інструментальних партій у Fadr

Для збереження матеріалу у форматі MIDI у нижній частині веб-інтерфейсу реалізований окремий варіант збереження результатів аналізу – *Download MIDI*. Сьогодні функція експорту музичних партій у форматі MIDI працює не завжди коректно і не з усією музикою (не всіх жанрів), а тому ще знаходиться на бета-тестуванні, але сама перспектива такого процесу перетворення має надзвичайні практичні та методичні

можливості для учителів музичного мистецтва у реалізації їх професійних цілей. Для завантаження партій у звичному аудіоформаті необхідно скористатися пунктом *Download Stems*, відзначити необхідні інструменти та обрати потрібний формат (wav, mp3).

Для більш досвідчених користувачів сервіс Fadr може виконувати також специфічні розділення музичних партій. Наприклад, розділити партію ударних інструментів на дрібніші доріжки (*More Stems – Separate Drums*) – бас-барабана (*Kick*), малого барабана (*Snare*) та інших (*Other Drums*), що виправдано навчальною метою, необхідно для створення репетиційних записів певних композицій, до яких сервіс також додає доріжку метронома. Подібний алгоритм використовується також для екстракції мелодичних ліній з інших музичних партій завантаженої композиції (*More Stems – Separate Drums*).

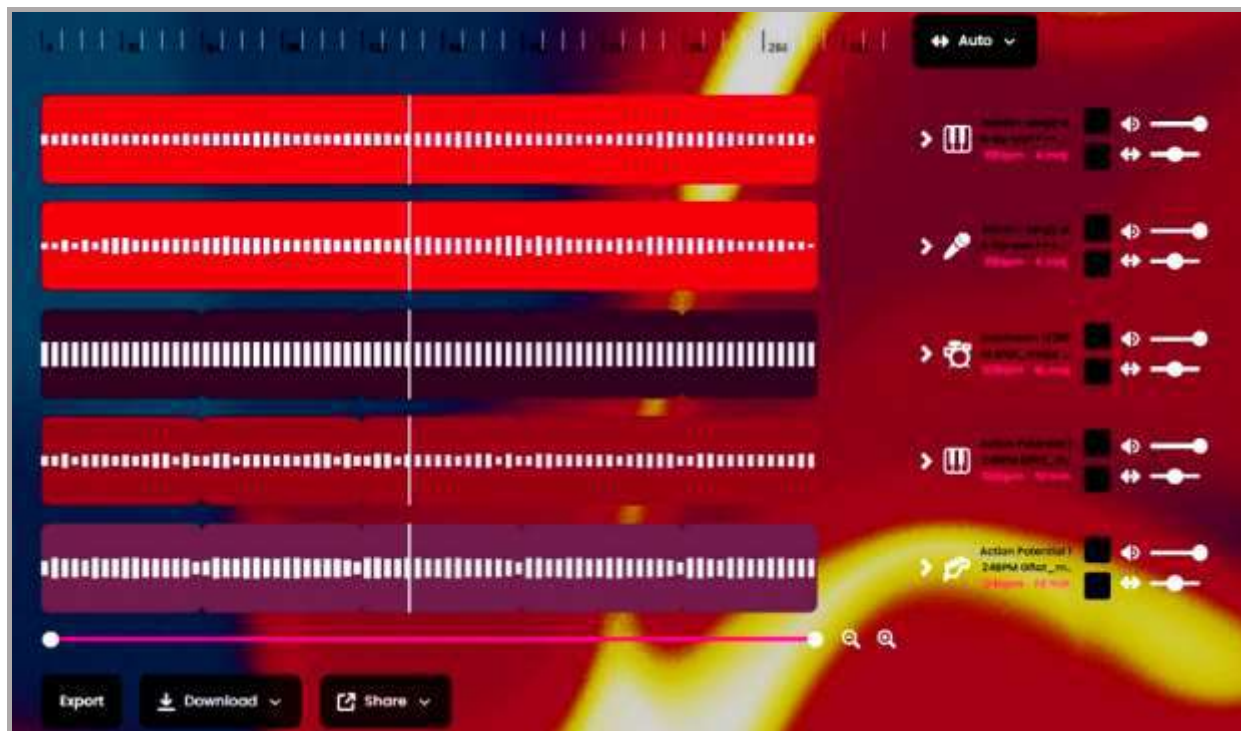
У сервісі Fadr зроблена спроба реалізації автоматичного аранжування музичних творів під назвою *Remix* (мал. 152). Цей вид нейронного аналізу розбиває завантажену композицію на музичні партії та проводить її повторне зведення з додаванням нових музичних елементів, які налаштовуються за музичними жанрами електронної музики – *R&B, Rock, Trap, Drill, Hard Techno, Future Garage, Disco House, Deep House, Minimal House, Tech House, Drum and Bass*.



Мал. 152. Налаштування інструменту *Remix* у сервісі *Fadr*

Обравши стиль реміксу, користувач має визначити, які партії оригінальної композиції включити до її нової версії. Найкраще спочатку використати сольні партії аудіофайлу (*Melodies*), а решту партій система підбере автоматично. Генерація відбувається в межах визначеної тональності та темпу композиції з додаванням партій ударних, баса та інших інструментів, які рухаються по колу в межах кількох тактів та підлаштову-

ються під головну мелодичну партію композиції. У вікні згенерованого реміксу (мал. 153) користувач може провести фінальне зведення партій та налаштувати необхідний баланс між ними.



Мал. 153. Вікно автоматичного реміксу композиції на fadr.com

Провівши налаштування, експорт композиції відбувається за допомогою відповідної клавіші (*Export*), після чого у директорії *Download* з'явиться можливість завантажити зведений трек або архів проекту з усіма музичними партіями.

Ще однією з інноваційних розробок платформи Fadr є залучення технологій ШІ до створення унікального музичного контенту. Функція SynthGPT – це особливий VST-плаґін для DAW, який дозволяє створювати варіативні музичні партії, використовуючи словесний опис музичних звуків (*Prompt*), які система аналізує та співставляє з різноманітними музичними тембрами для генерації найбільш прийняттого для користувача звучання. Проте повноцінне автоматичне написання музики цьому інструменту ще не під силу на відміну від спеціалізованих сервісів Filmora AI Music Generator, Loudly AI Music Generator, Suno та інші. Ці сервіси використовують стандартизований текстовий опис завдань природньою мовою (*Prompt*) для структурованого управління роботою ШІ, що сприяють написанню унікальних мелодико-ритмічних зворотів, заснованих на контекстному та порівняльному аналізах величезних об'ємів музичних даних.

Сьогодні найбільш прийнятними технологіями ШІ для вчителя музичного мистецтва стали сервіси, які дозволяють виконувати складні специфічні операції з музичним матеріалом за короткий проміжок часу та сприяють розвитку альтернативних варіантів повноцінного виконання аранжування музичного твору, створення адаптованої фонограми до виконавських можливостей цільової аудиторії (школярів) чи її елементів. Проте технології ШІ у галузі створення музичного контенту ще не набули такого рівня щоб повноцінно конкурувати з фахівцями галузі музичного мистецтва, відтак основним освітнім орієнтиром закладів вищої музичної освіти й надалі залишається всебічна професійна підготовка майбутніх вчителів музичного мистецтва у сфері інформаційних технологій для реалізації їх творчого потенціалу у професійній діяльності в швидкозмінних умовах закладів загальної середньої освіти.

Запитання та завдання для самоперевірки:

- 1. Опишіть принцип роботи програмних синтезаторів.*
- 2. Які вам відомі категорії програмних синтезаторів?*
- 3. Назвіть популярні віртуальні синтезатори, які використовуються у написанні сучасної електронної музики.*
- 4. Що таке «семплер» і чим він відрізняється від синтезатора?*
- 5. Як формується бібліотека програмного семплера?*
- 6. Що таке мастеринг?*
- 7. Наведіть приклади використання штучного інтелекту у роботі зі звуком.*

Практичні завдання:

- 1. Використовуючи віртуальні синтезатори, озвучте електронними тембрами фрагмент власного проєкту музичного твору.*
- 2. Застосуйте семплери для озвучення натуральних акустичних інструментів проєкту музичного твору.*
- 3. Проведіть зведення композиції зі зміненими тембрами та автоматичний мастеринг за допомогою програмного забезпечення Ozone 11.*

4. Проведіть зміну тональності зведеної композиції на 1,5 тону нижче (-3 semitones), використовуючи стандартні інструменти програми Cubase Pro.
5. Використайте сервіси штучного інтелекту для видалення вокальної партії з аудіозапису довільної сучасної української пісні та збережіть її у форматі, придатному до використання у концертно-виконавській діяльності.

Література: 4, 9, 13, 17, 29, 35, 45, 50, 54, 60, 61, 62, 63.

ДОДАТКИ



Додаток 1. КОРОТКИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ, ЯКІ ЗУСТРІЧАЮТЬСЯ У КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМАХ ДЛЯ РОБОТИ ЗІ ЗВУКОМ

А	
Aftertouch	параметр післядотику
Artificial Intelligence, AI	штучний інтелект, ШІ
Amplitude	амплітуда
Analog	аналоговий
Analog-to-digital converter, ADC	аналогово-цифровий перетворювач, АЦП
Arranger	аранжувальник
Articulation	засоби виразності, штрихи
ASIO (Audio Stream Input/Output)	драйвер з низькою затримкою сигналу
Attack	швидкість атаки
Audio	аудіо
Audio Mixdown	зберігання зведеного аудіофайлу
Auto Accompaniment	автоакомпанемент
Automation	автоматизація
Auto-Scroll	автоматичне прокручування
AUX	шина відбору сигналу
В	
Band-pass filter (notch)	смуговий фільтр
Band-stop filter	рожекторний фільтр
Bandwidth	ширина смуги
Bar	такт

Beat	удар
Binary	двійковий
Binary Digit	двійкова цифра
Bit	біт, найменша одиниця інформації
Bluetooth	блютуз
Breath	дихання
Byte	байт, одиниця інформації, яка об'єднує 8 бітів
C	
Channel	канал
Chord	акорд
Chorus	ефект хоруса
Clear	очистити
Clef	ключ
Click	метроном
Clipping	перевищення максимального рівня
Codec	алгоритм стискання інформації
Compressor	пристрій зменшення динамічного діапазону
Control	управління
Copy	копіювання
Cut	вирізання
D	
Damping	тривалість затухання
Date	дата
Digital Audio Workstation (DAW)	цифрова звукова робоча станція
dB	децибел
Decay	тривалість згасання
DeEsser	деессер, засіб зменшення шиплячих звуків у записі вокалу
Delay	затримка, ефект затримки
Delete	видалення
Demo	демонстрація
Density	щільність
Depth	глибина

Detection	виявлення
Device	пристрій
Diffusion	розмитість
Digital	цифровий
Digitalization	оцифровування
Digital-to-Analog Convertor, DAC	цифро-аналоговий перетворювач, ЦАП
Digitization	цифровізація
Distortion	ефект спотворення
Dotted	нота з крапкою
Driver	системна програма пристрою, драйвер
Dry/Wet	співвідношення обробленого та необробленого сигналів
DSP	звуковий процесор
Dynamics	динаміка
E	
Echo	ефект відлуння
Edit	редагування
Editor	редактор
Effects	ефекти
Empty	пустий
Emulation	емуляція
Ending	закінчення
Entry	вступ
Equalizer, EQ	еквалайзер
Ethernet	технологія мережевих підключень
Expander	збільшення динамічного діапазону
Export	збереження, вивід файлу
Expression	зміни гучності, експресія
F	
Fade In	плавне збільшення рівня звуку
Fade Out	плавне зменшення рівня звуку
Fader	регулятор рівня гучності
Feedback	повернення звуку, відгомін
Filter	фільтр

FireWare	високошвидкісний інтерфейс передачі цифрової інформації
Flanger	ефект фленжера, сповільнення
Format	формат
Freeze	заморожування
Frequency	частота
Frequency response	амплітудно-частотна характеристика (АЧХ)
FX	ефекти
G	
Gain	чутливість
Game Port	15-ти контактний роз'єм MIDI
Genre	жанр
Grid	сітка
Group	група
H	
Hardware	апаратне забезпечення
HDD	жорсткий (магнітний) накопичувач, вінчестер
Hi-pass filter	високочастотний фільтр
Hold	утримування
Hz, kHz, mHz	герц, кілогерц, мегагерц
I	
Information and communications technology, ICT	інформаційно-комунікаційні технології, ІКТ
Import	додавання файлів у проект
Insert	розрив вхідної лінії каналу для її обробки ефектами
Inspector	інспектор
Interface	інтерфейс
Information technology, IT	інформаційні технології, ІТ
K	
Key Signature	ключові знаки
Kick	бас-барабан

L	
Latency	затримка
Limiters	пристрій жорсткого обмеження вихідного рівня сигналу
Line	лінія
Line In	вхідна лінія
Line Out	вихідна лінія
Location	місце розміщення/збереження файлу
Locators	локатори
Low-pass filter	низькочастотний фільтр
Lyrics	вокальний текст
M	
Mac OS	операційна система Макінтош
Marker	маркер
Mastering	мастеринг
Maximizer	особливий вид лімітера
Measure	ритм, такт
Melody	мелодія
Merge	об'єднання
MIDI – Musical Instrument Digital Interface	цифровий інтерфейс музичних інструментів
MIDI-IN	роз'єм вхідного MIDI-сигналу
MIDI-OUT	роз'єм вихідного MIDI-сигналу
MIDI-TRU	наскрізний роз'єм MIDI-сигналу
MixConsole, mixing console	мікшерна консоль
Mixer	мікшер
Mixing	зведення, змішування
Modulation	амплітудна модуляція
Monitor	монітор
Mono	моно
More	більше
Motherboard	материнська карта
Multi track	багатодоріжковий режим
Mute	заглушування

N	
Name	назва
Noise Gate	шумовий бар'єр, нойз-гейт
Normalizer	вирівнювання рівня звуку
Number of	кількість
O	
Object	об'єкт
Open	відкривання
Operating System, OS	операційна система, ОС
Overdrive	ефект перенасичення сигналу
P	
Pan (bal)	налаштування просторового розміщення, панорама
Part	частина
Paste	вставка
Patches	музичні партії
PC	ПК
PCI, PCIe	інтерфейси материнської карти
Phaser	ефект фейзера
Pitch Shift	зміна висоти, транспозиція
Plug-in	плагін, програмний додаток
Point	точка
Poly pressure	різновид післядотику
Preamp	електроакустичні підсилювачі
Pre-Delay	затримка
Preset	попередньо встановлені налаштування
Process	обробка
Processor (CPU)	процесор (ЦП)
Production	створення, виготовлення
Project	проект
Pulse Code Modulation, PCM	імпульсно-кодова модуляція, ІКМ
Q	
Quadraphonic	квардрофонія (4-канальний звук)
Quantization	квантування, вирівнювання
Quantize	ритмічне вирівнювання
Quick Controls	швидке управління

R	
Random Access Memory, RAM	оперативна пам'ять
Range	діапазон
Rate	швидкість, оцінка
Ratio	коефіцієнт співвідношення
Real-Time Analyzer, RTA	програми, які працюють у реальному часі
Recording	звукозапис
Release	час утримування, дії ефекта
Remote	безпроводний, керований
Render	прорахунок
Repeat	повтор
Replace	переписати, перемістити
Resize	зміна розміру
Resolution	роздільна здатність
Return	повернення обробленого ефектами сигналу до мікшера
Reverb	ефект реверберації
Ruler	лінійка
S	
Sample rate	частота дискредитації
Sampler	семплер
Save	збереження
Scoring	нотний запис
Selection	виділення
Semitones	півтон
Send	відбір сигналу для обробки ефектами за межами мікшера, посилення
Sequencer	секвенсер
Set	колекція (набір)
Settings	параметри налаштувань
Setup	налаштування
Shape	ліга, лінія, фігура
Size	розмір
Slope	крутизна зрізу

Snap	режим прив'язки
Snapshots	знімки параметрів і налаштувань
Snare	малий барабан
Soft	м'який
Software	програмне забезпечення
Solo	режим сольного прослуховування
Soloist	соліст
Song	пісня, композиція
Sound	звук
Spatial	простір
Special	спеціальний, особливий
Split	розділення
Split Point	точка розділення клавіатури
Solid-State Drive, SSD	твердотілий накопичувач
Staff	нотний стан
Step	крок, сходинка
Stereo	стерео
Style	стиль автоакомпанементу
Surround	система багатоканального звуку
Sustain	затримування звуків
Sync Start	синхронний вступ
Synthesizer	синтезатор
Т	
Templates	форма (заготовка)
Tempo	темп
Threshold	пороговий рівень
Time Line	часова шкала
Time Signature	музичний розмір
Time stretch	розтягування у часі
Timecode	таймкод
Tone	параметр тону
Tools	інструменти
Tracks	доріжка
Transport	перенесення

Transpose	транспозиція
Tremolo	тремоло
Trim	обрізування
TRS	роз'єм типу «джек»
Tune	налаштування, настройка
Tuner	засіб звуковисотного налаштування
Type	вид (тип)
U	
Untitled	без назви
Universal Serial Bus, USB	стандарт універсальних роз'ємів і кабелів
V	
Variation	варіації
Velocity	швидкість
Vibrato	вібрато
Views	віддзеркалення
Volume	загальна гучність
Virtual Studio Technology, VST	стандарт плаґінів та програмних додатків
W	
Wave	хвиля
Whole	весь, цілком
Width	ширина
Wi-Fi	бездротове мережеве підключення
Window	вікно
Windows OS	операційна система Вiндовс
X	
XLR	роз'єм типу «канон»
Z	
Zoom	інструмент збільшення



Додаток 2. МУЗИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ СТАНДАРТУ GENERAL MIDI (GM)

Категорії (групи) інструментів стандарту General MIDI

<i>категорія</i>		<i>№ інстр.</i>	<i>категорія</i>		<i>№ інстр.</i>
1.	Piano	01-08	9.	Reed	65-72
2.	Chromatic Percussion	09-16	10.	Pipe	73-80
3.	Organ	17-24	11.	Synth Lead	81-88
4.	Guitar	25-32	12.	Synth Pad	89-96
5.	Bass	33-40	13.	Synth Effects	97-104
6.	Strings	41-48	14.	Ethnic	105-112
7.	Ensemble	49-56	15.	Percussive	113-120
8.	Brass	57-64	16.	Sound Effects	121-128

Набір музичних інструментів стандарту General MIDI

<i>№</i>	<i>назва інструмента</i>	<i>№</i>	<i>назва інструмента</i>
1	Acoustic Grand Piano	65	Soprano Sax
2	Bright Acoustic Piano	66	Alto Sax
3	Electric Grand Piano	67	Tenor Sax
4	Honky-tonk Piano	68	Baritone Sax
5	Electric Piano 1	69	Oboe
6	Electric Piano 2	70	English Horn
7	Harpsichord	71	Bassoon
8	Clavi	72	Clarinet
9	Celesta	73	Piccolo

10	Glockenspiel	74	Flute
11	Music Box	75	Recorder
12	Vibraphone	76	Pan Flute
13	Marimba	77	Blown Bottle
14	Xylophone	78	Shakuhachi
15	Tubular Bells	79	Whistle
16	Dulcimer	80	Ocarina
17	Drawbar Organ	81	Lead 1 (square)
18	Percussive Organ	82	Lead 2 (sawtooth)
19	Rock Organ	83	Lead 3 (calliope)
20	Church Organ	84	Lead 4 (chiff)
21	Reed Organ	85	Lead 5 (charang)
22	Accordion	86	Lead 6 (voice)
23	Harmonica	87	Lead 7 (fifths)
24	Tango Accordion	88	Lead 8 (bass + lead)
25	Acoustic Guitar (nylon)	89	Pad 1 (new age)
26	Acoustic Guitar (steel)	90	Pad 2 (warm)
27	Electric Guitar (jazz)	91	Pad 3 (polysynth)
28	Electric Guitar (clean)	92	Pad 4 (choir)
29	Electric Guitar (muted)	93	Pad 5 (bowed)
30	Overdriven Guitar	94	Pad 6 (metallic)
31	Distortion Guitar	95	Pad 7 (halo)
32	Guitar harmonics	96	Pad 8 (sweep)
33	Acoustic Bass	97	FX 1 (rain)
34	Electric Bass (finger)	98	FX 2 (soundtrack)
35	Electric Bass (pick)	99	FX 3 (crystal)
36	Fretless Bass	100	FX 4 (atmosphere)
37	Slap Bass 1	101	FX 5 (brightness)
38	Slap Bass 2	102	FX 6 (goblins)
39	Synth Bass 1	103	FX 7 (echoes)
40	Synth Bass 2	104	FX 8 (sci-fi)
41	Violin	105	Sitar
42	Viola	106	Banjo
43	Cello	107	Shamisen

44	Contrabass	108	Koto
45	Tremolo Strings	109	Kalimba
46	Pizzicato Strings	110	Bag pipe
47	Orchestral Harp	111	Fiddle
48	Timpani	112	Shanai
49	String Ensemble 1	113	Tinkle Bell
50	String Ensemble 2	114	Agogo
51	SynthStrings 1	115	Steel Drums
52	SynthStrings 2	116	Woodblock
53	Choir Aahs	117	Taiko Drum
54	Voice Oohs	118	Melodic Tom
55	Synth Voice	119	Synth Drum
56	Orchestra Hit	120	Reverse Cymbal
57	Trumpet	121	Guitar Fret Noise
58	Trombone	122	Breath Noise
59	Tuba	123	Seashore
60	Muted Trumpet	124	Bird Tweet
61	French Horn	125	Telephone Ring
62	Brass Section	126	Helicopter
63	SynthBrass 1	127	Applause
64	SynthBrass 2	128	Gunshot

Набір ударних інструментів стандарту General MIDI

<i>№</i>	<i>назва інструмента</i>	<i>клавiша</i>	<i>№</i>	<i>назва інструмента</i>	<i>клавiша</i>
35	Acoustic Bass Drum	B0	60	Hi Bongo	C3
36	Bass Drum 1	C1	61	Low Bongo	C#3
37	Side Stick	C#1	62	Mute Hi Conga	D3
38	Acoustic Snare	D1	63	Open Hi Conga	D#3
39	Hand Clap	D#1	64	Low Conga	E3
40	Electric Snare	E1	65	High Timbale	F3
41	Low Floor Tom	F1	66	Low Timbale	F#3
42	Closed Hi Hat	F#1	67	High Agogo	G3

43	High Floor Tom	G1	68	Low Agogo	G#3
44	Pedal Hi-Hat	G#1	69	Cabasa	A3
45	Low Tom	A1	70	Maracas	A#3
46	Open Hi-Hat	A#1	71	Short Whistle	B3
47	Low-Mid Tom	B1	72	Long Whistle	C4
48	Hi Mid Tom	C2	73	Short Guiro	C#4
49	Crash Cymbal	C#2	74	Long Guiro	D4
50	High Tom	D2	75	Claves	D#4
51	Ride Cymbal 1	D#2	76	Hi Wood Block	E4
52	Chinese Cymbal	E2	77	Low Wood Block	F4
53	Ride Bell	F2	78	Mute Cuica	F#4
54	Tambourine	F#2	79	Open Cuica	G4
55	Splash Cymbal	G2	80	Mute Triangle	G#4
56	Cowbell	G#2	81	Open Triangle	A4
57	Crash Cymbal 2	A2	82	Shaker	A#4
58	Vibraslap	A#2	83	Jungle Bells	B4
59	Ride Cymbal 2	B2	84	Belltree	C5



Додаток 3. ОСНОВНІ АКОРДИ ТА ЇХ ПОЗНАЧЕННЯ У РОБОТІ З АВТОАКОМПАНЕМЕНТОМ СИНТЕЗАТОРА

Таблиця загальних акордів для гри на синтезаторі з автоакомпанементом (для користувачів, які не мають досвіду гри на синтезаторі та належної теоретичної підготовки з гармонії).

Мажорний тризвук	Мінорний тризвук	Малий мажорний септакорд	Малий мінорний септакорд	Великий мажорний септакорд
Major	Minor	Seventh	Minor Seventh	Major Seventh
C 	Cm 	C7 	Cm7 	CM7
D 	Dm 	D7 	Dm7 	DM7
E 	Em 	E7 	Em7 	EM7
F 	Fm 	F7 	Fm7 	FM7
G 	Gm 	G7 	Gm7 	GM7
A 	Am 	A7 	Am7 	AM7
B 	Bm 	B7 	Bm7 	BM7

★ – позначає корінну клавішу акорду (Root Key)



ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Arturia V Collection	157, 158
ASIO	85, 86, 104, 120, 121
Band-in-a-Box	74, 101, 108
DAW	18, 115, 117, 153
Fadr.com	179, 181
iZotope Ozon	168, 170, 171
Kontakt	163, 164, 165
Korg ARP Odyssey	156
Korg Mono/Poly	156
Korg Synthesizer MS-20	156
Korg Triton	155
MakeMusic Finale	74, 77, 80, 86
Massive X	161
MIDI	64, 66, 68, 69, 71, 84, 88, 89, 110, 111, 114, 120, 129, 133, 141
miniKorg	157
Moises AI	177
Reaktor	160
Reveal Sound Spire	162
Roland Zenology	154, 155
RTA	57
Spectrasonics Omnisphere	159
Steinberg Cubase Pro	45, 74, 117, 120, 123, 125, 129, 131, 133, 135, 141, 147, 171

Steinberg WaveLab	46, 49, 51
u-he Diva	157
vArranger	96, 98
Vocal Remover	175, 176
Voice AI	176
VST	104, 118, 124, 127, 152, 159, 181
Xfer Records Serum	160
Амплітуда	23, 49, 50
Аналоговий сигнал	21, 23, 24, 27, 29, 34, 39
Апаратне забезпечення	10, 14, 20, 24, 30, 32, 41, 44
АЦП	29, 30, 32
АЧХ	54, 55, 122
Багатоканальний звук	34, 35, 36
Дискредитація	28, 29
Еквалайзер	46, 55, 56, 142, 143
Ефекти	58, 59, 61, 142, 144
Зведення	38, 39, 40, 44, 45, 114, 141, 124
Звук	20, 23, 24, 28
Звукова карта	29, 30, 32
Інформаційні технології	10, 11
Квантизація	85, 136, 138
Квантування	28, 29, 30, 85, 142
Компресор	52, 143
Лімітер	53, 144, 168
Мастеринг	167, 170
Мікшер	39, 41, 42, 45, 141, 143
Моно	34, 35
Музичні сервіси штучного інтелекту	174, 175
Нойз-гейт	53, 143
Оцифровування звуку	27

ПК	21, 23
Плаґін	57, 117, 118, 143, 152
Програмне забезпечення	15, 74, 75, 152, 163
Секвенсер	46, 71, 72, 94, 117, 153, 163
Семплер	98, 99, 126, 163, 167
Семплерні бібліотеки	165
Синтезатор	64, 65, 68, 75
Синтезатор віртуальний	153, 155, 158
Стерео	34, 35, 38, 41, 46, 126
Фільтр	54, 55
Фонограф	20, 21
ЦАП	29, 30, 32
Цифровий сигнал	27, 28
Частота	28, 29, 48, 54



ЛІТЕРАТУРА

1. Барановська І.Г., Мозгальова Н.Г., Барановський Д.М., Бордюк О.М. Використання засобів ІКТ у процесі дистанційного навчання майбутніх учителів музичного мистецтва. *Наукові записки: збірник наукових статей. Серія: педагогічні науки.* Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2021. Випуск СЛ (150). С. 21–37. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/35295>
2. Білецька М., Підварко Т., Сопіна Я. Роль музично-інформаційних технологій у професійній підготовці майбутнього вчителя музичного мистецтва. *Актуальні питання гуманітарних наук.* 2021. Вип. 40. Том 1. С. 209-2013. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/40-1-32>
3. Бондаренко А.І. Дистанційна освіта музикантів-виконавців: проблеми та перспективи. *Імідж сучасного педагога.* 2020. № 3(192). С. 69–72. URL: <http://isp.poippo.pl.ua/article/view/202243>
4. Бондаренко А.І. Сучасне музичне мистецтво і комп'ютерні програми: навч. посіб. Київ: Видавництво «Ліра-К», 2022. 284 с.
5. Бондаренко А.І., Шульгіна В.Д. Музична інформатика: навчальний посібник. Київ: НАКККІМ, 2011. 190 с.
6. Бордюк О.М. Створення нотного тексту засобами програми Finale: методичний посібник. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. 120 с.
7. Гаврілова Л., Федоришин В. Проблема формування професійної компетентності майбутніх учителів музики засобами комп'ютерних технологій у теорії вітчизняної мистецької освіти. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти: збірник наукових праць.* Слов'янськ: ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», 2017. Вип. 5. Ч. 1. С. 213-225.
8. Голощук О.О. Вплив музично-інформаційних технологій на розвиток сучасного музичного мистецтва. *Актуальні проблеми розвитку українського мистецтва: культурологічний, мистецтвознавчий, педагогічний аспекти / Волинський національний університет імені Лесі Українки.* 2023. С. 352-356. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-317-3-100>
9. Грищенко В.І. Композиція та комп'ютерне аранжування. Київ: НАКККІМ, 2016. 500 с.
10. Грищенко В.І. Композиція та комп'ютерне аранжування: методичні рекомендації. Київ: НАКККІМ, 2020. 16 с.
11. Грищенко В.І. Мультимедійні технології: підручник. Київ: НАКККІМ, 2021. 500 с.
12. Даюк Ж. Історичні етапи виникнення та розвитку звукозапису. *Нова педагогічна думка.* 2018. № 4. С. 147-149.

13. Дьяченко В.В. Виникнення і розвиток мистецьких технологій у звукорежисурі. *Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку*. 2012. Вип. 18(1). С. 190-195.
14. Зінська Т., Інформаційно-комунікативні технології у сучасній музичній освіті. *Міжн. наук.-практ. конф. «Професійна мистецька освіта і художня культура: Виклики XXI століття»*. Київ, 2014. С. 456-460. URL: http://elibrary.kubq.edu.ua/id/eprint/5298/1/T_Zinska_16_10_14_konf_IM.pdf
15. Камінський В. Електронна та комп'ютерна музика: навч. посібник для студ. вищих навчальних закладів спеціалізації Музичне мистецтво. Львів: Спалах, 2000. 212 с.
16. Козлін В.Й., Грищенко В.І. *Vand-in-a-Vox* – програма для створення композицій у жанрах популярної музики. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*. 2022. № 2. С. 159-164.
17. Козлін В.Й., Грищенко В.І. Методичні рекомендації з аранжування при зведенні музичного матеріалу звукорежисером. *Міжнародний вісник: Культурологія. Філологія. Музикознавство*. 2015. Вип. 1. С. 94-106.
18. Куц Є.В. Електромузичний інструментарій як еволюційний фактор музичної культури: монографія. Київ: НАКККиМ, 2015. 160 с.
19. Луценко В.В. Сучасне аранжування на комп'ютері. Музичний редактор «Sonar». Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2005. 250 с.
20. Мей Фан, Матвеева О.О. Шляхи впровадження інформаційних технологій у підготовку вчителів музичного мистецтва (китайський та український досвід). *Professional Art Education*. 2021. Vol. 2. No. 1. P. 67–75. URL: <http://dSPACE.hnpu.edu.ua/handle/123456789/5481>
21. Морзе Н.В. Теорія і практика використання комп'ютерних програм у навчальному процесі. Київ, 2006. 124 с.
22. Морзе Н.В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій. Київ: Видавнича група ВНУ, 2006. 224 с.
23. Олійник В.Ф. Основи комп'ютерного аранжування музичних творів з використанням програми Cubase SX. Кам'янець-Подільський: Абетка, 2006. 88 с.
24. Олійник В.Ф. Практичний курс нотного письма на персональному комп'ютері. Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2007. 116 с.
25. Олійник В.Ф. Робота з музичним нотатором FINALE. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2005. 32 с.
26. Олійник В.Ф. Методика застосування комп'ютерних технологій в музиці. Кам'янець-Подільський: Абетка, 2006, 168 с.
27. Омельченко Анетта. Використання інформаційних технологій на уроках музичного мистецтва в закладах загальної середньої освіти. *The XIV International Science Conference «Theoretical foundations in practice and science»*, December 21–24, 2021, Bilbao, Spain. 612 p. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.II.XIV>
28. Острецова Т.О., Острецов Д.І. Синергія мистецтва і техніки: вектори розвитку музичних інформаційних технологій. *Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету»*. 2024. Вип. 16, С. 106-19. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.168>

29. Павленко Олексій. Розвиток творчого самовираження майбутніх вчителів музичного мистецтва засобами інформаційних технологій. *Музичне мистецтво в освітологічному дискурсі*. 2022. Вип. 6. DOI: <https://doi.org/10.28925/2518-766X.2021.65>
30. Паньків Людмила. Особливості використання сучасних інформаційних технологій у процесі підготовки майбутніх учителів музичного мистецтва та хореографії. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка*. 2023. С. 14-18. DOI: <https://doi.org/10.58407/231903>
31. Пащенко І. Комп'ютерні технології у системі підготовки майбутніх учителів музичного мистецтва. *Вісник Черкаського університету*. 2017. № 3. С. 100-104. URL: <http://ped-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/1541>
32. Попович Н.М. Інформаційно-творче освітнє середовище як умова професійно-творчої самореалізації фахівця з музичного мистецтва. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 69. № 1. С. 92-99, URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2369>
33. Попович Н.М. Проблема інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій у системі професійної підготовки майбутнього вчителя музики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. № 1 (33). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/view/58>
34. Пухальський Т.Д., Кузів М.В. Особливості організації дистанційного навчання у вокально-хоровій підготовці майбутніх учителів музичного мистецтва. *Молодь і ринок*. Дрогобич, 2022. № 6 (204). С. 98-104. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2022.262374>
35. Совік Т.В., Пухальський Т.Д. Використання цифрових технологій під час вивчення шкільного музичного репертуару із учнями з особливими освітніми потребами. *Інклюзія і суспільство*. 2024. Випуск 1(6). С. 57-63. URL: <https://doi.org/10.32782/2787-5137-2024-1-8>
36. Совік Т.В., Пухальський Т.Д. Формування технологічної компетенції студентів-музикантів у закладах вищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2023. Вип. 209. С. 285-289. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-209-285-289>.
37. Стецюк І. Історія електронних синтезаторів. *Музика*. 2006. № 4. С. 22–25.
38. Фадєєва К.В. Музичні комп'ютерні технології в історичному та сучасному аспектах. *Мистецтвознавчі записки*. 2013. Вип. 24. С. 15-23.
39. Федосенко К.М. Вплив технологій звукозапису на розвиток музичної індустрії. *Сучасні дослідження культури і мистецтва: збірник тез всеукр. наук.-практ. конф.* 25-26.11.2021 р. С. 139-143. URL: <https://dspace.snu.edu.ua/bitstreams/19d137cf-5926-41bf-8825-4ee4f9b69166/download#page=139>
40. Філіппенко Н. Інформаційно-комунікаційні технології навчання музичного мистецтва: досвід Польщі. *Порівняльно-педагогічні студії*. 2012. № 2. С. 22-27. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/poriv_ped_stydii/2012/2012_2_3.pdf
41. Юферова Г.В. Музично-інформаційні технології: специфіка раннього етапу розвитку. *Мистецтвознавчі записки*. 2014. Вип. 26. С. 23-31.

42. Akhrorov K.K. Forms And Methods Of Applying Sibelius, Auralia, Steinberg Cubase Programs In Improving Teaching Methodology In Music Education. *European Journal of Learning on History and Social Sciences*. 2024. Vol. 1. Issue 2. Pp. 20-25. URL: <https://journal.silkroad-science.com/index.php/EJLHSS>
43. Akhrorov K.K. Opportunities for the use of information communication technologies in improving teaching methodology in music education. *European Journal of Higher Education and Academic Advancement*. 2023. Vol. 1(1). Pp. 260–265. DOI: <https://doi.org/10.61796/ejheaa.v1i1.211>
44. Brown Andrew. *Music Technology and Education*. New York: Routledge, 2014. 280 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315857862>
45. Cho Tae-seon. Computer Music Education – Comparison of Cubase and Logic program. *Advanced Science and Technology Letters*. Vol. 120 (GST 2015). Pp. 181-183. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2015.120.34>
46. Civit M., Civit-Masot J., Cuadrado F. & Escalona M. A systematic review of artificial intelligence-based music generation: Scope, applications and future trends. *Expert Systems with Applications*, 2022. Vol. 209. Pp. 118-190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118190>
47. Dorfman Jay. *Theory and practice of technology-based music instruction*. New York: Oxford University Press, 2022. 203 p. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780197558980.001.0001>
48. Ferguson Laura. Band-in-a-Box for the General Music Classroom. *GMT Winter*, 2005. Volume 18. Issue 2. DOI: <https://doi.org/10.1177/10483713050180020103>
49. Gökalp Parasiz. The Use of Music Technologies in Field Education Courses and Daily Lives of Music Education Department Students (Sample of Atatürk University). *Universal Journal of Educational Research*. 2018. Vol. 6(5). Pp. 1005-1014. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060521>
50. Harkins Paul. *Digital Sampling. The Design and Use of Music Technologies*. New York: Routledge, 2019. 208 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781351209960>
51. Lupker Jeffrey A.T. Score-Transformer: A Deep Learning Aid for Music Composition. NIME 2021. DOI: <https://doi.org/10.21428/92fbeb44.21d4fd1f>
52. Nart S. Music Software in the Technology Integrated Music Education. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2016. Vol. 15. Issue 2. Pp. 78-84. URL: <http://www.tojet.net/volumes/v15i2.pdf>
53. Sovik T.V. Utilizing the Finale Notation Editor During Distance Learning in Musical Disciplines. *Information Technologies and Learning Tools*, 2022. Vol. 92(6). Pp. 154–171. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5128>
54. Varnavska L., Serhieieva, V. Computer Software Tools and Their Application in Music Education. *Grail of Science*. 2022. Vol. 16. Pp. 415–419. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.068>
55. Zhang P. & Sui X. Application of Digital Music Technology in Music Pedagogy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. Kassel (Germany), 2017. Vol. 12(12). Pp. 4-13. URL: <https://www.learntechlib.org/p/182038/>



ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Програма нотної нотації MakeMusic Finale – <https://www.finalemusic.com>
2. Програма аудіоредактор Steinberg WaveLab – <https://www.steinberg.net/wavelab/>
3. Програмний аранжератор vArranger-2 – <https://www.varranger.com>
4. Програма-аранжувальник PG Music Band-in-a-Box – <https://www.pgmusic.com>
5. Програма багатоканального зведення Steinberg Cubase – <https://www.steinberg.net/cubase/>
6. Сервіс ШІ Vocal Remover – <https://vocalremover.org>
7. Сервіс ШІ Voice AI – <https://voice.ai>
8. Сервіс ШІ Moises AI – <https://moises.ai>
9. Сервіс ШІ Fadr – <https://fadr.com>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА



ТАРАС ПУХАЛЬСЬКИЙ

Кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри музичного мистецтва Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Народився 5 жовтня 1986 року в с. Топорівці Новоселицького району Чернівецької області. У 2010 році закінчив навчання у Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка за спеціальністю «Педагогіка і методика середньої освіти. Музика». З 2009 року працює викладачем спочатку на кафедрі методики музичного виховання, вокалу і хорового диригування, згодом на кафедрі музичного мистецтва. У 2011 році вступив до аспірантури. За керівництва професора Зіновія Яропуда працював над дисертацією «Формування професійної компетентності майбутнього учителя музики засобами диригентсько-хорових

дисциплін», яку захистив на спеціалізованій вченій раді Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова у 2019 році. Викладає дисципліни «Інформаційні та музичні технології в освітньому процесі», «Музична інформатика», «Комп'ютерне моделювання та аранжування музичних творів», «Хорове диригування», «Хоровий клас», «Методика хорового диригування», «Диригентсько-хорова майстерність», «Постановка голосу», «Вокально-виконавська майстерність» та ін.

Автор понад 40 наукових праць (монографія, фахові статті категорії А і Б, апробаційні та науково-популярні публікації, навчально-методичні посібники тощо), учасник міжнародних та всеукраїнських конференцій, виконував обов'язки секретаря організаційних комітетів міжнародних та всеукраїнських конференцій «Ференц Ліст і Україна» (2017), «Микола Леонтович і сучасна освіта та культура» (2013-2022), «Тадей Ганицький і Поділля» (2018), «Роль і місце мистецької педагогіки у формуванні сучасної особистості» (2018-2024)), членом організаційного комітету всеукраїнського музичного конкурсу «MusicUniFest» (2018-2024), науково-методичних семінарів та вебінарів кафедри, спікер програми підвищення кваліфікації для вчителів музичного мистецтва «Інновації в мистецькій освіті: теорія та практика» (2024) та ін.

Серед творчого доробку – аранжування музичних творів для вокальних ансамблів і хорових колективів, зокрема українських народних пісень, колядок, щедрівок, сучасних вокальних творів («Слава во вишніх Богу», «Будьте здорові», «Ой там при долині», «Місяць на небі», «Медобори», «Над землею тумани», «Батько наш Бандера», «Якщо», «Журавлі» та ін.). Автор активно займається концертно-виконавською та просвітницькою діяльністю. З 2020 року став учасником Національної всеукраїнської музичної спілки. Нагороджений почесними грамотами К-ПНУ імені Івана Огієнка та Кам'янець-Подільської міської ради.

E-mail: pukhalsky@kpnu.edu.ua

Google Scholar:

<https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=E5IXbUQAAAAJ>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8559-5482>

Web of Science: Researcher ID JGE-3418-2023

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Навчальне електронне видання

ПУХАЛЬСЬКИЙ Тарас Дмитрович

*кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри музичного мистецтва
Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МУЗИЧНОМУ МИСТЕЦТВІ: КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АРАНЖУВАННЯ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Електронне видання

Підписано 12.07.2024. Гарнітура «Arial».
Об'єм даних 7,0 Мб. Обл.-вид. арк. 11,4. Зам. № 1116.

Видавець і виготовлювач Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка, вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300

Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів видавничої справи
серії ДК № 3382 від 05.02.2009 р.