МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ КЕРІВНИХ КАДРІВ КУЛЬТУРИ І МИСТЕЦТВ

Бондаренко А.І. Шульгіна В.Д.

МУЗИЧНА ІНФОРМАТИКА

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів

КИ**ЇВ** – 2011

УДК 37.018.54:78:374.7 ББК 85.310.69я73+32.81я73 Б 81

Рецензенти:

І.Б. Пясковський, доктор мистецтвознавства, професор, завідувач кафедри теорії музики Національної музичної академії України ім. П.І.Чайковського

О.А. Гончаров, кандидат мистецтвознавства, доцент Київського інституту музики ім. Р.М. Глієра

Є.О Морєва, кандидат мистецтвознавства, доцент

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (лист № 1/11–1697 від 02.03.2011)

Бондаренко А.І., Шульгіна В.Д.

Б 81 Музична інформатика : навч. посіб. / А.І.Бондаренко,
В.Д.Шульгіна. – К. : НАКККіМ, 2011. – 190 с.
ISBN 978-966-452-068-0

УДК 37.018.54:78:374.7 ББК 85.310.69я73+32.81я73

ISBN 978-966-452-068-0

© Бондаренко А.І., Шульгіна В.Д., 2011 © Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, 2011

3MICT

ПЕРЕДМОВА	7
Тема 1. Вступ Інформаційні технології та музичне мистецтво	
Тема 2. историчний нарис Розвиток електронних інструментів у XX столітті	11
Тема З. Теоретичні аспекти роботи зі звуком	17
Фізична природа звуку	17
Характеристики звуку	19
Висота звуку	19
Тембр звуку	19
Гучність звуку	21
Інші характеристики	23
Запис та відтворення звуку	24
Аналоговий та цифровий сигнали	25
Стереофонія. Моно- та стереозвук	26
Оцифрування звуку	27
Параметри оцифрування звуку	
Шум квантування	29
Стиснення та формати звукових файлів	31
Робота зі звуком на комп'ютері	32
Технологія MIDI	32
МІDІ-повідомлення	
Стандарт General-MIDI	35
Робота з MIDI	35
"Переведення" файлів MIDI в аудіо й навпаки	35
Тема 4. Апаратне забезпечення	37
Звукові плати	
Програмні інтерфейси	40
Настроювання звукової плати	41
Мікрофони	42
Акустичні системи	44
Пристрої для вводу MIDI	45
Використання та комутація MIDI-клавіатури	45
Види MIDI-клавіатур	47
Інші пристрої для вводу МІДІ-інформації	47
Синтез звуку	48

Тема 5. Багатоманіття програмного забезпечення	
Тема 6. Нотні редактори	52
Sibelius	53
Старт проекту	53
Загальний вигляд та меню програми	54
Налаштовування MIDI-пристроїв	
Набір нотного тексту	
Редагування великих фрагментів партитури	59
Набір динамічних, технічних та інших позначок	60
Ліги	61
Форматування партитури	62
Інші деталі	62
Імпорт та експорт графіки	63
Підключення VST плагінів у версії 5.1	64
Finale	64
Старт проекту	65
Загальний вигляд та меню програми	65
Налаштовування MIDI-пристроїв	
Набір нотного тексту	67
Набір динамічних, технічних та інших позначок	70
Редагування великих фрагментів партитури	73
Форматування партитури	75
Імпорт та експорт графіки	76
Тема 7. Звукові редактори	77
Огляд звукових ефектів	
Амплітудні ефекти	
Динамічна обробка звуку	79
Лінії затримки	
Фільтрація звуку	
Інші ефекти	
Sound Forge	
Загальний вигляд програми	
Відтворення та запис	
Найпростіші прийоми редагування	
Недеструктивний монтаж	
МІДІ-триґери	
Обробка звуку та ефекти	
Вирізання шумів	96

Робота з ланцюгами та автоматизацією ефектів	97
Інструменти синтезу звуку	99
Спектральний аналіз	102
Тема 8. Програми багатоканального зведення	103
Adobe audition	104
Загальний вигляд програми	105
Робота в однодоріжковому режимі	105
Спектральний аналіз	105
Фазовий аналіз	107
Звукові ефекти	108
Реставрація фонограми	112
Синтез звуку	112
Робота у багатодоріжковому режимі	113
Віртуальний мікшер і маршрутизація сигналу	114
Ефект-доріжки	116
Зведення і збереження результатів	118
Інші можливості програми – MIDI та відео	118
Cakewalk Sonar	119
Властивості МІДІ-доріжки	119
Відлік часу	121
Запис MIDI-доріжок в реальному часі	122
Покроковий запис	123
Режими редагування MIDI-доріжок	124
Обробка фрагментів MIDI і аудіо	128
Робота з контролерами	130
Встановлення музичного темпу в MIDI	133
Плагіни САL	133
МІDІ-ефекти	134
Підключення банків звуків	136
Підключення програмних синтезаторів	136
Робота з під'єднувальними програмними синтезаторами	138
Збереження роботи	139
Nuendo ta Cubase	140
Налаштування доріжок	140
Запис та відтворення матеріалу	143
Секвенсер	144
Основні прийоми редагування MIDI	146
Підключення програмних синтезаторів	151
Експорт аудіо доріжок	153

Тема 9. Синтезатори і семплери	154
Класифікація тембрів	
Налаштування синтезаторів	158
Обвідні амплітуди і фільтра	158
Генератор низьких частот	159
Еквалайзер та резонанс	160
Монофонічний та поліфонічний режими	160
Загальні настроювання	161
Збереження налаштувань	161
Налаштування семплерів	161
Синтезатори програми Adobe audition	
Синтезатори програми Nuendo	
Синтезатори програми Cakewalk Sonar	164
ДОДАТКИ	172
Додаток 1. Словник англомовних термінів	172
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	
ЛІТЕРАТУРА	

ПЕРЕДМОВА

Курс "Музична інформатика" ставить за мету описати, а також допомогти у практичному опануванні студентами комп'ютерних технологій, призначених для вирішення конкретних завдань, що постають у роботі музиканта – таких як набір нот, синтез звуку, обробка та створення фонограм тощо. Опанування матеріалу курсу має для майбутнього музиканта і музикознавця практичне значення, оскільки дозволить широко застосовувати інформаційні технології в творчій та дослідницькій діяльності.

Матеріал курсу розраховано на студентів, які мають базову музичну освіту, а також пройшли курс загальної інформатики. Разом з тим курс музичної інформатики розширить знання студентів як у галузі історії музики, так і у галузі інформаційних технологій, збагатить уявлення про процеси, що відбуваються в сучасній музичній культурі.

У цьому курсі переважно розглядатимуться технології, доступні для державних освітніх закладів, домашньої роботи, та студій з обмеженим бюджетом. Курс лекцій розбито на дев'ять тем. Перша тема має оглядовий характер, друга – історичний, третя і четверта – загальнотеоретичний, інші теми присвячені вивченню програмного забезпечення. По можливості ми надали найновіші версії програм, які були доступні на момент написання цього підручника, проте в ряді випадків ми зверталися й до створених раніше версій програм, особливо в разі, коли різниця між старими версіями й новими була значною, а новітні версії ще не отримали достатнього поширення серед українських користувачів.

Більшість тем розбито на окремі підтеми. В кінці кожної теми містяться питання для самоперевірки, завдання для практичної та самостійної роботи. У темах, що стосуються опанування програмного забезпечення ми подаємо лише тематику та загальний напрям завдань, тоді як конкретний вибір пісні для аранжування можна залишити за студентом в залежності від його музичних уподобань та творчих здібностей.

Тема 1. Вступ. Інформаційні технології та музичне мистецтво

Сучасну епоху іноді називають інформаційною. Інформаційні технології знаходять все більше застосування в різних галузях людської діяльності і музичне мистецтво не є винятком – за допомогою інформаційних технологій можна виконувати різноманітні завдання: від зберігання та відтворення аудіозаписів до створення довершених композицій. Вивчення цих технологій, принципів їх роботи та застосування становлять предмет музичної інформатики.

Поняття інформації

Традиційно курс інформатики починається з означення самого поняття інформації. В "Енциклопедії кібернетики" поняття інформації визначається як "одне з найбільш загальних понять науки, що позначає певні відомості, сукупність якихось даних, знань тощо"¹. Інформація зберігається на певних матеріальних носіях – як природних, так і створених людиною. Якщо на первісній стадії свого розвитку людина записувала інформацію лише на об'єктах природи – наприклад, скелях чи корі дерев, то на початок XXI століття світ штучних носіїв інформації став надзвичайно багатоманітним – від паперових друкованих видань до магнітних і лазерних дисків.

Проте сама людина упродовж тисячоліть сприймає інформацію виключно за допомогою власних органів чуття. Відповідно до п'яти класичних видів відчуття розрізняють і п'ять різновидів інформації за сприйняттям – зорову, слухову, тактильну (дотикову), нюхову та смакову. Сучасні інформаційні технології розраховані насамперед на зорове й, значною мірою, також на слухове сприйняття інформації. Наприклад, будь-яку друковану продукцію сприймають зором, програми радіомовлення – на слух, а телебачення – зором і слухом одночасно.

Сучасна наука розрізняє інформацію також і за формою подання. Текстова інформація передається у вигляді символів, призначених позначати лексеми мови; числова – у вигляді цифр і знаків, що позначають математичні дії; графічна – у вигляді зображень, графіків; і, нарешті, звукова – у вигляді звукозапису.

¹ Энциклопедия кибернетики. – К. : Гл. ред. Украинской советской энциклопедии. – К. : Наук. думка, 1990.

Оскільки предметом нашого курсу є інформатика музична, то доцільно було б приділити спеціальну увагу поняттю інформації і в контексті музичного мистецтва.

За визначенням, музика є мистецтвом, "в якому дійсність відображається засобами *звукових* художніх образів"². Власне, музичний звук, тобто звук з певними тембральними й висотними характеристиками, стає тим матеріалом, з якого "вибудовуються" твори музичного мистецтва. Відштовхуючись від концепції мистецтва як художнього відображення дійсності, можна говорити про те, що будь-який музичний твір є своєрідним носієм інформації – за допомогою комплексу засобів музичної виразності композитор передає слухачеві своє світосприйняття, свої відчуття, свою естетичну оцінку дійсності. Музика несе в собі інформацію про епоху, національні традиції, культурне оточення, в якому працював її автор. Радянський музикознавець Б. Асаф'єв називав музику "мистецтвом інтонованого смислу". У цьому випадку інформація розглядається як ідеальна властивість музики і її вивчення є одним із завдань музикознавців.

Що стосується музичної інформатики, то наше питання виглядає більш приземленим. Ми не ставимо собі за мету аналізувати зміст чи навіть форму музичних творів. Ми обмежуємося лише питанями фіксації музики на електронних носіях інформації. У нашому випадку інформація – це лише звуковий процес, тобто суто матеріальна сторона музики.

Роль інформаційних технологій у музичному мистецтві

Ще півтора століття тому єдиним способом фіксації музичних творів був нотний запис. Проте нотний запис не фіксує інформації, власне, про *звук*, ноти дають лише певні вказівки для музиканта, який виконує музику на музичному інструменті. До початку XX століття музика могла звучати лише за участю її виконавців і у відповідній ситуації – в концертних або театральних залах, тогочасних танцювальних майданчиках, культових або побутових обрядах. Кардинально змінилася ситуація з поширенням звукозапису в другій половині XX століття. Меломани отри-

² *Юцевич Ю. С.* Музика : словник-довідник / Ю.Є.Юцевич. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2003.

мали можливість слухати музику практично коли завгодно й де завгодно. Дослідники відмічають появу характерного явища "шизофонії"³ або "акусматизму"⁴, що характеризується відривом слухача від джерела музичного звуку. На думку дослідників цей розрив призводить до дисонансу між умовами виконання музики та умовами її сприйняття і спричиняє до принципово нової форми побутування музики – віртуальної.

Шизофонія не стала єдиним культурологічним наслідком впровадження звукозапису. З появою персональних комп'ютерів під кінець XX століття пересічний меломан отримав широкі можливості не тільки для ознайомлення з різноманітною музикою, але й безпосередньо – для створення музики. З одного боку, відносно недорогий персональний комп'ютер може замінити до певної міри ціле нотне видавництво або навіть студію звукозапису. З іншого – на ринку програмного забезпечення з'явилися музичні програми, якими може оволодіти людина навіть з вельми поверховою музичною освітою й нерозвинутим слухом.

Якими будуть наслідки цих процесів для музичної культури і культури взагалі — покаже найближче майбутнє. Курс лекцій з музичної інформатики не ставить за мету детальне дослідження цих процесів, натомість ми обмежимося лише вивченням тих можливостей, які пропонує комп'ютер для тих, хто бажає долучитися до створення музики.

Питання для самоперевірки

- Дайте визначення поняттю "Інформація".
- Якого роду інформацію несе в собі музика як вид мистецтва?

• Охарактеризуйте інформацію, яку містить аудіо компактдиск, нотне видання?

• Які суттєві зміни у побутуванні музики відбулися в другій половині XX століття з поширенням звукозапису?

³ Термін вперше ввів канадський дослідник і композитор Реймонд Мюррей Шафер у книзі Schafer, R. Murray (1969). The New Soundscape: a handbook for the modern music teacher. BMI Canada. ISBN 0900938293. В російській літературі термін був детально описаний Є. Назайкінським, див. Е.В.Назайкинский. Стиль и жанр в музыке. – М., 2003

⁴ Фр. *Acousmatique* – термін введений П'єром Шеффером стосовно конкретної музики. Див. Schaeffer, P. (1966), *Traité des objets musicaux*, Le Seuil, Paris.

Тема 2.

Історичний нарис. Розвиток електронних інструментів у XX столітті

Перші спроби звукозапису

Початком відліку історії музично-інформаційних технологій можна вважати 25 березня 1857 року. У цей день американський винахідник Леон Скотт сконструював перший в історії пристрій для запису звукових коливань, який мав назву фоноавтограф. Проте цей апарат міг лише зафіксувати візуально форму звукового сигналу, відтворити записаний звук на фоноавтографі було неможливо.

Історичну місію винаходу першого повноцінного пристрою звукозапису виконав американський винахідник Томас Едісон, який сконструював фонограф. Едісон оголосив про своє відкриття 21 листопада 1877 року. Це відкриття мало епохальне значення – адже вперше людина навчилася фіксувати та відтворювати записаний раніше звук. Яке значення мав цей винахід для історії музики?

У подальшому звукозапис став одним із вирішальних чинників розвитку музичного мистецтва, причому про значення звукозапису можна говорити у двох аспектах. З одного боку, поширення музичних творів на грамплатівках, а пізніше також по радіо й телебаченню, розширило обрії музичного простору, прискорило процеси обміну інфор-мацією, сприяло інтеграції в європейське мистецтво традицій несвропейських музичних культур і вже в першій половині XX століття спричинило до появи нечуване раніше багатоманіття стилів і напрямів музичного мистецтва.

З іншого боку – це мало суто технологічний характер. Можливість мікшувати, тобто з'єднувати два чи більше аудіозаписів в один, відкрила нові шляхи експериментування з музичним матеріалом. І якщо перші досліди піонерів "конкретної музики" важко назвати художніми шедеврами, то вже мультитрекові пісні "Бітлз" переконливо продемонстрували переваги нових технологій, більше того, сама ідея оперування записаним раніше матеріалом стала одним із вагомих чинників визрівання постмодерної техніки алюзій і цитат, яку можна спостерігати вже у творах пізнього Д.Шостаковича і яка стала знаковою у музиці кінця XX століття.

Перші електронні інструменти

Але повернемось до історії. Пристрої звукозапису стали не єдиним досягненням науково-технічного прогресу, що знайшло своє застосування в музичному мистецтві. Окрему увагу слід приділити появі електронних інструментів, які сьогодні стали невід'ємною частиною музичної індустрії.

Першим в історії електронним інструментом вважається телармоніум – апарат, що важив 200 тонн, мав довжину близько 19 метрів і містив 145 спеціальних електрогенераторів. Зведення цього інструмента тривало 7 років і було завершено 1905 року. Автором цього велетенського винаходу став американський інженер Таддеус Кехілл (Thaddeus Cahill). Доля цього інструмента склалася невдало – деякий час цей інструмент можна було почути як наживо, так і по телефонних лініях, проте 1916 року через конфлікти з телефонними компаніями Кехілл змушений був припинити його просування, і невдовзі інструмент був забутий, не залишивши за собою навіть жодного аудіозапису. Історичне значення цього інструмента, однак, полягає в тому, що була доведена можливість електронної генерації музичних тонів, яка пізніше відкриє нові обрії тембрального багатобарв'я.

Щасливіша доля спіткала терменвокс – винахід радянського інженера Льва Термена. Головною частиною терменвокса є два високо-



Мал.1 Лев Термен, що грає на терменвоксі

частотних коливальних контури, настроєні на спільну частоту. Електричні коливання звукових частот створюються генератором на електронних лампах, сигнал пропускається через підсилювач і перетворюється гучномовцем у звук. За рахунок зміни відстані долонь музиканта до антени інструмента змінюється індуктивність коливального контура і, як наслідок, частота звуку. Виконавець керує роботою терменвоксу, змінюючи положення долонь навколо антен інструмента (*мал. 1*). Рухаючи рукою навколо стрижня, виконавець регулює висоту звуку, жестику-

лювання навколо дуги дозволяє впливати на гучність. Цей інструмент високо оцінив Ленін, причому не тільки (і мабуть не стільки) за його естетичні властивості, але й за можливість використання для сигналізації. Терменвокс зберігся до наших днів і клас гри на терменвоксі до цих пір викладається у Московській консерваторії. Історичне значення терменвокса полягає в тому, що цей інструмент став першим електронним інструментом, звук якого отримав широке визнання серед шанувальників музики.

Надалі продовжувалось вдосконалення електронних інструментів, що підготувало еру комп'ютерних технологій в музичному мистецтві. 1928 року Моріс Мартено конструює другий відомий електронний інструмент – Хвилі Мартено (*мал. 2*). Цей інструмент використовувався професійними композиторами, зокрема О. Мессіан використав його у своїй знаменитій симфонії "Турангалілла".



Мал. 2 Хвилі Мартено

1935 року побачив світ орган Хаммонда. Призначений спочатку для церковних цілей як дешевший аналог духових органів, цей інструмент отримав широке застосування не тільки в духовній музиці, але й, починаючи з 1960-х років, у рок- та попмузиці.

Електроніка і музика у повоєнні роки

1946 рік став епохальним в історії інформатики – цього року в США з'явився універсальний комп'ютер – ENIAC, з якого починається відлік першого комп'ютерного покоління. Його радянський "аналог" – MECM, був сконструйований 1950 року в Києві групою вчених під керівництвом С.Лєбєдєва. Звичайно, ці машини були дуже далекими від вирішення музичних завдань, проте з цього моменту, образно кажучи, інформатика й музика починають рухатись назустріч одна одній.

В історії музики повоєнні роки ознаменувалися появою спочатку "конкретної музики" – музичного напряму, що оперує записами найрізноманітніших природних або штучних звуків, а невдовзі – й електронної музики. *Elektronische Musik* – саме так звучав цей термін у декларації групи музикантів із Кельну, оголошеної 1951 року. Хоча перші суто електронні твори зараз представляють хіба що історичний інтерес, слід відзначити, що реалізація самої можливості створення музики виключно електронними засобами, безперечно, мала велике значення, і перш за все – для подальшої роботи над удосконаленням електронних інструментів. У зв'язку з роботою цієї студії слід згадати й такі інструменти як RCA Mark I (1955 рік) та RCA Mark II (1959), сьогодні нерідко саме їх розглядають як перші програмні синтезатори.

Переломними у впровадженні електроніки в музичне мистецтво стали 1960-ті роки. Можливості мікшування, а також використання таких звукових ефектів як хорус і фейзер відкривають нові можливості для експериментування. Відмітимо в цьому контексті альбом гурту Бітлз "Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band", з випуском якого "Бітли" практично припинили живі виступи, оскільки наживо виконати те, що було записано на студії видалося неможливим.



Мал. 3 Яніс Ксенакіс перед комп'ютером UPIC

У ці ж роки музика й програмування вступають в безпосередній симбіоз. На початку 60-х років XX століття у Франції композитор грецького походження Яніс Ксенакіс став застосовувати електроннообчислювальні машини для генерації великих звукових мас за допомогою програм, написаних мовою Fortran IV. Під керівництвом Ксенакіса був розроблений комп'ютер із графічним уведенням інформації – UPIC, що дозволяв буквально малювати музику: і форму хвилі, і поводження всієї картини в цілому. "Комп'ютерна" творчість Яніса Ксенакіса стала новаторською ще й тому,

що електронна техніка використовувалася не лише для пошуку нових звучань, як це було ще в "Турангаліллі" Мессіна (1948), але й для структурної організації музичних творів. Пізніше комп'ютер застосовував для вибудови музичної форми Леонід Грабовський, а окремі дослідники навіть розробляли програми, за допомогою яких створення цілої музичної композиції покладалось на "електронний розум". Щоправда, художньо переконливі результати цих "інновацій" автору цих рядків невідомі.

Розглядаючи електронну музику 1960-х років, звернемо увагу ще на один інструмент, на цей раз радянського походження – синтезатор АНС. Сконструйований 1957 року інженером Є.Мурзіним, цей інструмент був покликаний знайти нові, "космічні" звуки, співзвучні епосі освоєння космосу. Ім'ям Олександра Миколайовича Скрябіна цей інструмент було названо не випадково – базисом роботи АНС став метод фотооптичного звукозапису, що використовувався в кінематографі. Цей метод дозволяв графічно зображати звукову хвилю й

відтворити ШТУЧНО навпаки лене зображення хвилі (мал. 4). Таким чином інженер переніс Скрябінську ідею світла з художньо-образної площини в суто технічну. Цей інструмент приніс світу такі шедеври як "Vivente – non vivente" С.Губайдуліної та "Поток" А.Шнітке, звуки АНС створюють атмосферу неповторну фільмів А.Тарковського (музика Е.Артем'єва). На жаль, подальшу долю цього інструмента перетнула "антиформалістична" політика радянської влади і інструмент на довгі роки був забутий.

Прорив електроніки в популярну музику

I, нарешті, під кінець 1960-х років на музичну арену виходить синтезатор Моуґа⁵. Сам винахідник так описав свій пристрій – "система генераторів, перетворюючих і контролюючих пристроїв, так запроектованих, щоб уможливити загальне й



Мал. 4 Приклад партитури для АНС. Темні лінії на малюнку – прозорі лінії на дошці. Горизонтальні лінії прозвучать, як тон сталої висоти, діагональні – як глісандуючий тон. Короткі штрихи – як уривчасті звуки

логічне виробництво звуків "⁶. Цей інструмент не був першим синтезатором, однак, він став першим інструментом цього класу, що мав комерційний успіх. Вже впродовж кінця 1960-х синтезатор Моуга був використаний у сотнях записів, зокрема в альбомі Венді Карлоса *Switched-On Bach*, що попав у категорію платинових.

У середині 1970-х років електронна музика міцно входить до масової культури. У 1975–1978 роках Брайан Іно в своїй діяльності й записах визначає та просуває поняття "ембієнт" на окреслення музики, що імітує або відтворює природні навколишні звуки. Приблизно в ті ж роки англійські виконавці починають використовувати синтеза-

⁵.Названий на честь свого винахідника – нідерландця Роберта Моуга (Moog). У джерелах більш розповсюджений інший варіант написання цього імені – Муг, проте у голандській траскрипції це прізвище читається саме як Моуг.

⁶Цитовано за http://www.clubfeelings.net/index.php?showtopic=3474

тори та семплери для створення агресивних, провокаційних звукових масивів, започаткувавши течію індастріал.

Невдовзі традиційні електронні техніки адаптуються до андерграундової танцювальної музики; народжується традиція семплінгу, що використовує в своїй музиці відтворення здійснених попередньо записів гри інших виконавців-інструменталістів. Електронній музиці завдячують своєю появою такі напрями як *диско* і *xin-xon*, а пізніше – *mexho*, *xays*, *mpahc* і багато інших напрямків і течій.

1970-ті роки стали також періодом запровадження цифрового запису, якому буде присвячена окрема тема. Тут зазначимо лише, що експериментальні цифрові записи здійснювались ще в 1960-х роках, проте комерційне використання ці технології отримують лише під кінець 1970-х.

Що стосується сучасних технологій, то їх поява стала можливою із розвитком комп'ютерів п'ятого покоління, розрахованих на персональне користування. Цікаво, що ранні комп'ютери корпорації ІВМ мали можливість продукувати звукові сигнали виключно в технічних цілях – спеціальним звуковим сигналом комп'ютер інформував користувача про ті чи інші несправності. З появою перших комп'ютерних ігор комп'ютерники відчули потребу в музичному супроводі розваг і лише 1988 року ІВМ почала випускати перші ІВМ-сумісні звукові карти. Епоха високоякісних професійних звукових карт почалася лише з середини 1990-х років.

Питання для самоперевірки

• Назвіть основні етапи розвитку звукозапису та музичноінформаційних технологій.

• Яке значення для розвитку мистецтва мало винайдення зву-козапису?

• Назвіть перших композиторів, які працювали з музичними комп'ютерами.

• Чи можна виконувати музику на терменвоксі, синтезаторі АНС, синтезаторі Моута?

• Чи можна програмувати музику на терменвоксі, синтезаторі АНС, синтезаторі Моута?

• Коли синтезатори почали використовуватися в популярній музиці?

Тема 3. Теоретичні аспекти роботи зі звуком

Оскільки предмет музичної інформатики передбачає головним чином опанування технологій роботи зі звуком, то ми вважаємо за необхідне присвятити окремий розділ природі звуку та принципам звукозапису. Хоча цей розділ є суто теоретичним, ми вважаємо, що для того щоб опанувати програмне забезпечення, бажано мати хоча б загальні уявлення про сутність звукових процесів, а також і сутність тих процесів, що відбуваються в електронному "мозку" комп'ютера.

Фізична природа звуку

Спочатку розглянемо природу звуку та спробуємо відповісти на питання, яким чином можна зафіксувати звук з тим, щоб потім його відтворити, а можливо й обробити його. Звернемося до курсу фізики й пригадаємо основні властивості звуку.

Як відомо, звук – це коливальний рух частинок пружного середовища, що поширюється у вигляді хвиль у газоподібному, рідкому чи твердому середовищі. Ці коливання сприймаються органами слуху людини й тварин. Це суб'єктивне відчуття також називається звуком, у вузькому смислі слова.

Зупинимося трохи детальніше на тому, яким чином розповсюджується звук через повітря.

Як відомо, повітря являє собою суміш газів, переважно азоту (77%) та кисню (21%), а якщо б ми могли розглянути його через мікроскоп, то побачили б незліченну кількість молекул, що хаотично рухаються, час від часу вдаряючись одна об одну з величезними швидкостями — близько 330 м/с. Причому, чим швидше рухаються молекули, тим вища температура повітря, а чим ближче молекули опиняються одна від одної, чим щільніше вони згуртовуються — тим більший тиск повітря, або атмосферний тиск. Це загальна закономірність.

Загалом молекули газів мають властивість розташовуватись достатньо рівномірно у просторі, тому, наприклад, атмосферний тиск у сусідніх кімнатах буде однаковим. Проте як тільки в повітрі почне рухатися якесь тверде тіло, наприклад, їхатиме автомобіль — він відштовхуватиме молекули газів, а відтак у повітрі з'являтимуться області, де молекули розташовуватимуться щільніше, тобто тиск буде трішки вищим, ніж навколо. Напевно, всім доводилось спостерігати, як камінь, кинутий у воду утворює на водній поверхні хвилі, що розхо-

дяться в різні сторони. Подібний процес відбувається й у повітрі. Приміром, якщо коливатиметься дзвін або струна гітари – навколо неї у різні сторони хвилями розходитимуться області повітря зі щільніше розташованими одна від одної молекулами, а відтак – з більшим атмосферним тиском.

Щоправда, на відміну від хвиль на поверхні води, звукові коливання поширюються значно швидше. Загалом швидкість звуку залежить від речовини, в якій він поширюється, а точніше від її фізичних властивостей – наприклад, по залізних трубах звук поширюється зі швидкістю 5 850 м/с, по дереву – З 320 м/с, у воді – 1 480 м/с. У газоподібному середовищі швидкість поширення звуку визначається швидкістю, з якої рухаються його молекули. У повітрі, наприклад, швидкість звуку становить від 325 м/с при температурі -10 °C (і нижче) до 349 м/с при температурі +30 °C (і вище). Швидкість звуку певним чином позначається й на його акустичних властивостях, ось чому, наприклад, взимку музиканти-духовики остерігаються грати на своєму інструменті, аж допоки інструмент "не нагріється".

Порівняємо акустичні коливання, тобто звук, з електромагнітними, тобто тими коливаннями, що лежать в основі таких явищ як радіохвилі та видиме нами світло. З одного боку, ці коливальні процеси мають багато спільних властивостей, таких, наприклад, як дифракція та інтерференція, можливість поглинання, заломлення та відображення. Проте є й суттєва різниця, на якій нам слід акцентувати увагу. По-перше, якщо звук може поширюватися тільки в пружних середовищах, але не може поширюватися у вакуумі, то світло якраз у вакуумі поширюється найліпше – завдяки цьому ми можемо побачити усі "найгучніші", у прямому сенсі, процеси, що відбуваються на Сонці, однак не можемо їх почути. Крім того світло поширюється зі швидкістю 299 792 км/с, тобто у мільйон разів швидше ніж звук у повітрі – ось чому, приміром, ми спочатку бачимо блискавку, а потім чуємо грім. На практиці, в межах нашої планети поширення світла можна вважати миттєвим'. А от відносно невелика швидкість поширення звуку стає помітною вже при невеликих відстанях і лежить в основі ряду властивостей, які обов'язково беруться до уваги звукорежисерами. Ми їх розглянемо в наступних темах.

⁷ Навколо Земної кулі радіосигнал пройде приблизно за 0,13 с, в межах же нашої країни ця величина не досягне й 0,01с – для нашої свідомості цей проміжок часу залишиться непоміченим.

Характеристики звуку

Коли музиканти говорять про звук, то основними його властивостями вважають висоту, тембр та гучність. Що являють собою ці властивості з точки зору фізики?

Висота звуку

Висота звуку залежить від частоти коливань. Вухо людини здатне відчути звукові коливання частотою приблизно від 20 Гц⁸ до 18 000 Гц. Приведемо приклади – коли скрипаль проводить смичком по відкритій струні "Ля", вона починає коливатися з частотою 440 коливань на секунду, ми сприймаємо ці коливання як звук *ля* першої октави. З трохи меншою частотою – 200-300 разів на секунду змахують своїми крилами мухи в польоті – їх політ ми чуємо як неприємне гудіння десь у малій або першій октаві.

Звук із частотою, що виходить за межі цього діапазону наше вухо не здатне сприймати, коливання дуже високої частоти (понад 20 кГц) називаються ультразвуком, а дуже низької (до 16 Гц) – *інфразвуком*. У музичній практиці застосовується дещо вужчий діапазон – від 27 Гц (*ля субконтроктави*) до 4,1 кГц (*до п'ятої октави*). Це пояснюється тим, що інтервальний компонент музичного звуку сприймається лише в цих межах. Проте частоти вищі за 4 кГц залишаються корисними для музиканта – саме вони визначають тембр звуку.

Тембр звуку

Тембр звуку залежить від форми звукових коливань. В найпростішому випадку коливання можуть приймати синусоїдальну форму – тоді ми говоримо про *простий тон*, він позбавлений, як такого, тембру і для музичного мистецтва вважається невиразним. Переважна ж більшість звукових сигналів мають досить складну форму, що представлено на малюнках нижче (*мал. 5-6, 8-10*).



Мал. 5 Простий тон (синусоїдальний сигнал)

⁸ Гц (Hz) – "Герц", одиниця виміру частоти якого-небудь процесу, наприклад частоти коливань. Названа ім'ям німецького фізика Генріха Герца. Похідні одиниці кГц (kHz, "кіло-герц") = 1000 Гц, мГц (MHz, "мегагерц") = 1 000 000 Гц та інші.

Мал. 6 Звук альтового саксофона

Для музичних цілей складний звук корисно представити у гляді суми простих тонів, або *розкласти на спектр*. Детально цей процес ми опишемо при розгляді аудіоредакторів, а тут обмежимося лише загальними зауваженнями. Звуки з "визначеною висотою", рема це звуки струнних, духових і деяких ударних інструментів, жаються складними тонами, вони мають досить чітко окреслений основний тон, а також гармоніки, які утворюють з основним тоном кратні, або близькі до кратних⁹

відношення (2:1, 3:1 і т.д.).

Появу обертонів пояснюють тим, що, наприклад, струна коливається не тільки повністю, але й частинами – двома половинами, трьома третинами тощо (*мал.* 7). Подібне відбувається зі стовпом повітря в духових інструментах.

Іноді співвідношення монік і зовсім не вкладається в ряд простих чисел, а основний тон може бути представлений нечітко. Якщо при цьому звук не



Мал. 7 Коливання струни: а) цілою частиною; б) двома половинами; в) трьома третинами; г) чотирма чвертями

розпадається на співзвуччя, зберігаючи суб'єктивну цілісність, то можна говорити про *мультифонічний тон* – такими є звуки ряду ударних інструментів, насамперед, дзвонів. Мультифонічні тони жна видобути на язичкових дерев'яних інструментах, також вони користовуються в сучасній електронній музиці.

⁹ Раніше вважалося, що гармоніки в складних тонах кратні основному тону. Проте сучасні дослідження показують, що жодному акустичному інструменту "не вдається" точно попасти у кратне співвідношення, і ряд гармонік може мати вигляд такий як 1:2,01:3,04:3,98 тощо.

MMMMMM

Мал. 8 Звук скрипки Мал. 8 Звук скрипки

Мал. 9 Штучно синтезований мультифонічний

Мал. 10 Рожевий шум

I, нарешті, *шуми* являють собою неперіодичні звукові коливання. Їх спектр відрізняється рівномірністю, тобто виділити у шумовому звуці певний гармонічний ряд неможливо.

Гучність звуку

Наступна важлива характеристика – гучність звуку залежить від амплітуди звукових коливань. Річ у тім, що проходження звукових хвиль у повітрі зумовлюють коливання атмосферного тиску, які розглядають як звуковий тиск. Виражений в одиницях тиску – Паскалях звуковий тиск може сягати від 2·10⁻⁵ Па для найтихіших, ледь відчутних звуків (так званий *поріг гучності*) до 100 Па для найгучніших, ледь стерпних для людини звуків (так званого *больового порогу).* Звуковий тиск, більший за цю величину є небезпечним для органів слуху.

Для орієнтації нагадаємо, що атмосферний тиск на теренах України коливається в межах приблизно від 99 700 Па, при проходженні циклонів, і до 103100 Па¹⁰ – при проходженні антициклонів,

¹⁰ Щоправда, синоптики віддають перевагу похідним одиницям – гектопаскалям (1 гПа = 100 Па). Нормальним атмосферним тиском на рівні моря вважається тиск 101 325 Па, що відповідає 760 мм ртутного стовпчика.

тобто чисельно коливання атмосферного тиску в десятки разів переважають коливання, спричинені найгучнішими звуками, проте викликані кліматичними чинниками перепади тиску відбуваються протягом кількох діб або й тижнів, тоді як звукові — упродовж долей секунди.

В акустиці ж для зручності використовують логарифмічну шкалу, а рівень тиску вимірюють у децибелах, $д E^{11}$. Це пов'язано з тим, що суб'єктивно вухо людини має *логарифмічну характеристику реакції на звук*, тобто, наприклад, посилення гучності у два рази відповідають зростанню тиску на 100 Па, у три рази – 1000 Па і так далі. Точкою відліку при цьому вважають найтихіші чутні людиною звуки, які вважаються рівними 0 дБ. Стисло безліч звуків, з якими ми стикаємося щоденно та їх гучності можна представити таблицею:

Звук	Звуковий тиск	Рівень гучності
Реактивний двигун на відстані 30 м	630 Па	150 дБ
Больовий поріг	20 – 100 Па	120 – 130 дБ
Концерт рок-музики	2 – 20 Па	100 – 120 дБ
Симфонічний оркестр на фортіссімо	$2 \times 10^{-2} - 2 \Pi a$	80 – 100 дБ
Автомобіль на відстані 10 м	$2 \times 10^{-2} - 0,2 \ \Pi a$	60 – 80 дБ
Звичайна розмова на відстані 1 м	$2 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-2} \Pi a$	40-60 дБ
Тихий шепіт	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$ Па	20-30 дБ

Крім того, суб'єктивно гучність звуку залежить від його висоти. Як показує експеримент, при рівних показниках інтенсивності, найгучнішими нам здаються хвилі на частотах 1-4 кГц, тоді як звуки такої ж інтенсивності але на частотах, близьких до границь діапазону, наприклад, у басовому регістрі, суб'єктивно сприймаються тихішими. Цю залежність можна зобразити графічно у вигляді "кривих рівної гучності"¹² (*мал. 11*). **Фон-** одиниця рівня гучності, аналогічна децибелам, проте із поправкою на суб'єктивні особливості слуху.

¹¹ Одиниця виміру "Бел" названа ім'ям американського вченого Олександра Белла, винахідника телефонного зв'язку і початково застосовувалася для опису послаблення сигналу при його передачі на далекі відстані. Пізніше, однак, більшого поширення отримала похідна одиниця – децибел, що дорівнює 1\10 Белу.

¹² Вперше ці криві були отримані експериментально американськими винахідниками Глетчером і Менсоном і опубліковані у 1933 році. В західній літературі ці криві нерідко називаються "кривими Глетчера-Менсона".



Мал.11 Криві рівної гучності

Інші характеристики

Хоча в класичній акустиці, як і класичній теорії музики, характеристики звуку визначаються цими трьома показниками – висотою, тембром та гучністю, вважаємо за необхідне зробити два додаткових зауваження.

По-перше, *звук є динамічним процесом*, тобто його характеристики постійно змінюються в часі. Наприклад, звук, відтворений на фортепіано, поступово затухає, тобто зменшує свою гучність, а частково і тембр, вібруючий звук у вправного скрипаля щомиті змінює свої як динамічні, так і звуковисотні характеристики. Більше того, секрет "живого", зворушливого звуку полягає саме у його мінливості, у тонких, іноді ледь відчутних, але постійних змінах його характеристик; і навпаки – статичний, одноманітний звук справляє враження штучного, ніякого. Про це слід пам'ятати як інструменталістам, так і музикантам-електронникам.

По-друге, людське вухо здатне визначити також і напрямок джерела звуку, або, іншими словами, *просторову локалізацію звуку*. У класичній музиці просторова локалізація вирішувалась розташуванням музикантів на сцені, а також акустикою концертних залів, вона рідко була предметом уваги, хоча іноді композитори заради спеціального ефекту предписували розташування інструменталістів, наприклад, за сценою чи у кінці залу. Для сучасних аранжувальників і режисерів просторова локалізація звуку є предметом особливої уваги, про що ми поговоримо пізніше.

Запис та відтворення звуку

Тепер звернемося до питання запису звуку. Як ми вже зазначили, людство навчилось фіксувати звукову інформацію порівняно нещодавно – лише в кінці XIX століття, а передувало цій події освоєння людством електрики. На сьогоднішній день існує багато способів звукозапису. Фактично усі вони є різновидами *електроакустичного звукозапису*.

У загальних рисах всі сучасні технології звукозапису являють собою таку послідовність процесів: спочатку звукові коливання перетворюються на електричні за допомогою мікрофону; далі електричний сигнал підсилюється підсилювачем до необхідного значення, після чого поступає на прилад, який фіксує ці коливання на носії інформації – грамофонну платівку, магнітофонну касету, компактдиск тощо. Процес відтворення звуку являє собою зворотній процес – інформація зчитується з носія, у вигляді електричних коливань, які, після підсилення за допомогою динаміків перетворюються на акустичні.

Залежно від типу запису фіксація електричного сигналу може здійснюватися у різний спосіб.

При **механічному звукозаписі** електричні коливання приводять в рух *різець*, який вирізує на поверхні рухомої грамплатівки канавку. У процесі відтворення електропрогравачем грамофонна голка, рухаючись по звивині канавки, повторює ці коливання і передає їх електромеханічному перетворювачу, що виробляє електричні сигнали.

При фотографічному звукозаписі електричні коливання модулюють силу або форму світлового променя, що падає на рухому кіноплівку. В результаті звук стає "сфотографованим". Для відтворення звукозапису фотографічну фонограму, яка рухається з тією ж швидкістю, з якою рухалася плівка при записі, просвічують променем світла, що проходить крізь доріжку запису і, падаючи на фотоелемент, спонукає його до перетворення коливань інтенсивності світла в електричні коливання.

При магнітному звукозаписі електричні коливання намагнічують окремі ділянки рухомого носія через магнітне поле. Поле створюється магнітною головкою, через обмотку якої проходять посилені електричні струми мікрофона. При відтворенні відбувається зворотне перетворення: рухома магнітна фонограма порушує в магнітній головці електричні сигнали.

Аналоговий та цифровий сигнали

Розглядаючи механічний, фотографічний та магнітний записи, ми говорили про аналоговий сигнал. Особливістю аналогового сигналу є те, що за формою він точно повторює форму первісного звукового сигналу. Це означає, що перепади електричної напруги електричного сигналу *аналогічні* перепадам звукового тиску акустичного сигналу. А що стосується носіїв інформації, то примхлива форма звукової хвилі точно відображається, наприклад, у формі канавки, вирізьбленої на грамофонній платівці або в розподілі намагнічування магнітної плівки. *Аналоговий сигнал є неперервним* на всьому проміжку часу.

Комп'ютерні ж технології працюють виключно з цифровими сигналами. На відміну від аналогового, *цифровий сигнал* є *дискретним*, він являє собою послідовність дискретних імпульсів. Якщо зобразити цифровий сигнал у вигляді графіка, то перепади електричної напруги виглядатимуть приблизно так:



Тобто, на відміну від аналогового сигналу, де електрична напруга може приймати безкінечну множину значень у заданому діапазоні, в цифровому сигналі вона має лише два значення, які умовно позначають як "0" і "1" (на малюнку це послідовність 010100101010....), що означають наявність сигналу та його відсутність.

Будь-який аналоговий сигнал можна перетворити на цифровий. Процес перетворення аналогового сигналу на цифровий називають *аналогово-цифровим перетворенням*. При цьому кажуть, що інформацію *оцифровують*, або, інакше, здійснюють *оцифрування інформації*. Пристрій, який здійснює *аналогово-цифрове перетворення* називається аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП).

Зворотній процес перетворення цифрового сигналу на аналоговий називається *цифро-аналоговим перетворенням* і здійснюється **цифро-аналоговим перетворювачем (ЦАП).** Далі ми розглянемо цей процес детально.

Порівнюючи цифрове та аналогове устаткування, зазначимо наступне: можливості цифрового устаткування більш гнучкі й багатоманітні, хоча деякі аналогові ефекти залишаються недоступними цифровій техніці. Для домашньої роботи і студій з обмеженим бюджетом комп'ютер з музичним програмним забезпеченням обійдеться значно дешевше, ніж аналогова студія, та й займатиме значно менше місця. Професійне ж цифрове обладнання коштує досить дорого, наприклад пульт OXFORD OXF-R3 коштує приблизно 760 000\$, а подібного класу аналоговий "лише" 100 000 – 200 000\$

Стереофонія. Моно- та стереозвук

Як ми вже відзначили, наш слух здатний розрізняти не тільки висоту, тембр і гучність звуку, але й *напрямок*, з якого цей звук до нас приходить.

Імовірно, ця властивість відігравала надзвичайну роль ще у прадавні часи, сповіщаючи людині, звідки їй чекати небезпеку. Біологи називають цю властивість бінауральним ефектом (лат. bini – два і лат. auris – вухо) і пояснюють тим, що якщо спостерігач повернутий до джерела звуку в профіль, то звук проходить до вуха, що коротший розташоване ближче до джерела, шлях. ніж до протилежного, а відтак відрізняється як за амплітудою, так і за фазою. Дійсно, при швидкості близько 330 м/с, звук може "запізнитися" до одного з наших вух на величину до 0,6-0.7 м/с, що приблизно відповідає періоду коливання на частоті 1500-1600 Гц. Як показують дослідження, саме звуки середніх частот (до 1500 Гц), найточніше локалізуються нашими органами слуху, тоді як для низьких та високих частот просторова локалізація менш точна.

З розвитком звукозапису, звичайно ж, інженери не могли не звернути увагу на те, що при записі концертів важливо не тільки тонко передати усі динамічні й тембральні нюанси, але й відчуття просторового звуку, яке визначається розташуванням музикантів на сцені та акустикою залу. Для цього була розроблена система стереозапису і в 1960-х роках стереофонічні записи почали витісняти монофонічну продукцію з ринків.

Якщо монофонічний запис здійснюється на один канал, то стереофонічний запис передбачає наявність двох або навіть більшу кількість каналів – лівого й правого, які подаються, відповідно, на лівий та правий динаміки акустичної системи. При прослуховуванні стереозапису, звук сприймається локалізованим у просторі між двома динаміками – цей простір називається *стереобазою*. Залежно від того, наскільки далеко від середини стереобази відхиляються окремі елементи звукової картини, говорять про *ширину стереобази*.

Звичайно ж, за певних обставин, стереозапис можна прослуховувати й на моноапаратурі. До того ж, важливо, щоб стереозапис був "моносумісним", тобто при прослуховуванні в "моно" не втрачав їх художніх властивостей. Питання моносумісності постає через ще інтерференції хвиль, яке полягає в тому, що при додаванні хвиль їх амплітуда може як збільшуватися, так і зменшуватися, в залежності від збігання чи незбігання фаз хвиль.



Мал. 12 Звукові хвилі у протифазі при відтворенні в режимі моно взаємознищуються

Наприклад, *на малюнку 12* сигнали знаходяться у протифазі і їх накладання призведе до їх повного анулювання, іншими словами, в результаті ми почуємо тишу.

Нині отримують поширення системи багатоканального звуку, які мають більше ніж два канали. Це – формати stereo, M/S, dolby digital 5:1, HD-A 7:1 і навіть 12:1.

Оцифрування звуку

Оцифруванням (оцифровуванням)¹³ звуку називається перетворення аналогового звукового сигналу на цифровий. Як відомо, будь-яка інформація на комп'ютері представляється лише двійковим кодом, і тому інформацію про звук також необхідно в спеціальний спосіб закодувати у двійковий код.

Цим способом є Імпульсно-кодова модуляція (ІКМ, або англ. *Pulse Code Modulation – PCM*). Сутність імпульсно-кодової модуляції полягає в тому, що амплітуда аналогового сигналу вимірюється через рівні проміжки часу, виміряне значення округляється до найближчого рівня й записується у вигляді двійкового коду. Іншими словами, оцифрований сигнал являє собою певну послідовність значень амплітуди звукового сигналу (*мал. 13*). Зрозуміло, що в такий спосіб неможливо записати безперервний сигнал абсолютно точно – для цього слід було

¹³ На момент написання цих рядків як англо-українські, так і російсько-українські словники уникають перекладу термінів "digitalizing" та "оцифровка" відповідно, хоча цифрові технології в Україні вже в 1990-х роках були достатньо широко поширені. На наш погляд, можливе вживання слів як "оцифрування", так і "оцифровування" аналогічно термінам "оподаткування" та "оподатковування<u>"</u>, або "оцинкування" та "оцинковування".



Мал.13 Оцифрування аналогового сигналу. Коливання електричної напруги (у цьому випадку синусоїдальної форми), вимірюється декілька разів через рівні проміжки часу. б вимірювати значення його плітуди нескінченно часто й писувати ці значення до нескінченності точно, що є технічно неможливим. Тому оцифрування звуку визначається двома параметрами – частотою дискретизації та амплітудною роздільністю.

Параметри оцифрування звуку

Частота дискретизації визначає *частоту*, з якою здійснюються заміри амплітуди сигналу й вимірюється в Герцах.

Чим більша частота дискретизації, тим точніше здійснюється оцифрування сигналу, проте, й тим більший об'єм інформації матиме оцифрований сигнал. Таким чином, вибір частоти дискретизації – це одвічний вибір між якістю та економією ресурсів. Яким чином здійснюється цей вибір?

Згідно з теоремою Котельникова, безперервний сигнал із обмеженою частотою **F** може бути однозначно і без втрат відновлений, якщо його дискретизація здійснюється на частоті вдвічі більшою за **F**. Як вже було сказано, максимальна частота, яку ми здатні сприймати органами слуху, складає приблизно 18 кГц. Це означає, що втрата частот вищих за цю величину залишиться для нашого вуха непомітною – ми їх все одно не відчуваємо, а відтак застосувавши теорему Котельникова, ми дійдемо висновку, що нас цілком влаштує частота дискретизації 18 * 2 = 36 кГц.

На практиці ж найчастіше використовується частота дискретизації трохи більша – 44,1 кГц. Це – стандартна частота, що використовується для запису аудіо компакт-дисків. Існують і інші стандарти, як менші, так і більші від зазначеної, наприклад, 8 кГц для телефону, 48 кГц для DVD, 96 або 192 кГц для DVD-audio і т.д.

Амплітудна роздільність визначає *точність*, з якою здійснюються заміри амплітуди сигналу. Образно кажучи, якщо частота дискретизації обумовлює точність "по горизонталі", то амплітудна роздільність – "по вертикалі".

Амплітудна роздільність визначається кількістю розрядів, відведених для запису виміряних значень, тому іноді цю характеристику називають *розрядністю*. У двійковій системі за допомогою одного розряду, або, іншими словами, одного *біту* пам'яті, ми можемо записати лише два значення ($0 \ aboldow 1$), відповідно за допомогою двох – $4 (00, 01, 10 \ aboldow 11)$, трьох – 8 значень і т.д. Чим більше роздільність – тим точніше можна описати звукову хвилю, однак тим більший об'єм інформації матиме оцифрований сигнал. Одвічний спір якості й економії вирішується по-різному: згаданий нами далі "бзючок" має однобітну роздільність, за що й славиться екстремальною примітивністю звучання, сучасні ж компакт-диски використовують стандарт 16 біт, що забезпечує 65 536 рівнів амплітуди, а при обробці звуку використовують 32-бітне розділення, тобто 4 294 967 296 рівнів.

Шум квантування

При замірюванні амплітуди звукового сигналу його значення округлюється до найближчого рівня, що визначається амплітудною роздільністю. Цей процес невідворотно змінює форму звукової хвилі – адже кожного разу значення амплітуди доводиться округлювати до найближчого передбаченого рівня, отже до первісного значення кожного разу додається (або віднімається) певна величина. Така невідповідність первісного сигналу квантованому називається похибкою квантування, а паразитуючий сигнал, що додається до первісного – шумом квантування (мал. 14). Більше того, шум квантування виникає і в разі цифрової обробки звукового сигналу, що пов'язано із неможливістю оперувати з дробовими величинами.

Розглянемо приклад. Припустимо маємо первісний сигнал зі значеннями амплітуди 1-2-3-4-5-6-7-8 (для зручності подаємо у десятковій системі), який нам необхідно зменшити на 20%. Виконавши нескладні арифметичн дії, отримаємо в результаті сигнал 0,8-1,6-2,4-3,2-4,0-4,8-5,6-6,4. Однак процесор не може оперувати з дробовими величинами і перетворює їх на цілочислові або шляхом округлення, або – усічення. У першому випадку ми отримаємо сигнал 1-2-2-3-4-5-6-6, в другому – 0-1-2-3-4-4-5-6. В обох випадках форма первісного сигналу спотворюється, а похибка сягає величин 0,4 – 0,8.

Врешті, шум квантування виникає також при пониженні розділення. Зокрема, для мінімізації похибок квантування при редагуванні звуку використовується більша роздільність – 24 або 32 біти. Однак при записі вже готового проекту на компакт-диск, роздільність змен-

шується до 16-бітної (стандарт компакт-дисків), і це зменшення також призводить до похибок квантування.



Мал. 14 Походження шуму квантизації

На практиці шум квантування сприймається як доволі неприємне спотворення на частоті 3-5 кГц. Методом боротьби із цим неприємним явищем є дитеринг (dithering). Цей метод полягає в тому, що до сигналу підмішується псевдовипадковий сигнал, що робить шум квантування незалежним від вихідного сигналу й переносить його в смугу високих частот (порядку 15–17 кГц). Таким чином, хоча загальний рівень шумів при дитерингу збільшується, неприємний ефект, однак, – зменшується.

Проте не слід думати, що неприємні ефекти, пов'язані з похибками квантування, є дуже суттєвою перешкодою на шляху естетичного задоволення від прослуховування компакт-дисків. При 16-бітній роздільності амплітуда дитерингового сигналу обмежується приблизно -93 дБ, що при рівні корисного сигналу у -20...0 дБ практично не відчутна. Відношення шум/сигнал в цьому разі сягає 90 дБ¹⁴, що перевищує і стандарти аналогового запису (60-70 дБ) і не поступається умовам концертного залу (нагадаємо, що звучання симфонічного оркестру в залі сягає 80-100 дБ в динаміці *fortissimo*, тоді як шуми від шепоту й шарудіння слухачів мають величину порядку 20-40 дБ).

¹⁴ Це стосується фрагментів запису, що наближаються до максимального рівня гучності (0 дБ). Звичайно, для тихих звуків (-20...-30 дБ) це відношення буде меншим.

Стиснення та формати звукових файлів

У стандартному форматі CD-audio музичні файли займають досить великий обсяг. Нескладно підрахувати, що одна секунда стереозвучання музики при частоті дискретизації 44,1 кГц та роздільності 16 біт "коштуватиме" 16 біт * 44 100 кГц * 2 канали = 1 411 200 біт, тобто 176 400 байт. А одна година такого задоволення "виллється" вже у 605,2 МБ. Тому для створення музичних колекцій або зручності поширення файлів, наприклад, через мережу Інтернет були розроблені спеціальні алгоритми стиснення звукової інформації.

Як стосовно графіки, так і стосовно звуку, розрізняють **стиснення** зі втратами та **стиснення без втрат**. При стисненні без втрат (*lossless*), файл можна розпакувати до первісного вигляду, тоді як при стисненні зі втратами (*lossy*) відновлення файлу у первісному вигляді неможливе.

Найпоширенішим форматом стиснення зі втратами, на сьогоднішній день, є формат MPEG Layer 3. Файли цього формату мають розширення **mp3** (читається *ем-ne-mpu*) і тому нерідко називаються так само. Алгоритм цього стиснення відсікає області частот, що найменше розрізняються вухом, і тому їх втрата може залишитися непомітною слухачеві. Якість стиснення коригується параметром *бітрейту* — тобто швидкістю проходження інформації по каналу передачі, або, інакше кажучи, кількістю бітів інформації в одній секунді звучання. Звичайно, чим більший бітрейт — тим якісніше звучання, але менше стиснення й навпаки.

У сучасній практиці закріпилися кілька стандартів бітрейтів – від 320 кбіт/с до 8 кбіт/с. Приміром, при стисненні до 320 кбіт/с файл практично не відрізняється від оригіналу, його об'єм стискаєтсья в 4,3 рази. Значну популярність отримав бітрейт у 128 кбіт/с – він дає задовільну якість звучання і стискає файл у 10,8 разів. Для оцифрованих старих архівних записів може бути застосований бітрейт 32 кбіт/с (стиснення у 43,1 рази), а для передачі звичайної мови, навіть 8 кбіт/с, що забезпечить стиснення у 172,2 рази.

Бітрейт може бути як постійним (*constant bit rate – CBR*), так і варійованим (*Variable bit rate - VBR*), в останньому випадку протягом кодованого фрагмента бітрейт змінюється в залежності від характеру звучання.

Іншим, поширеним форматом стиснення зі втратами є формат **Ogg Vorbis,** файли якого мають розширення **ogg.** Цей формат з`явився двома десятиріччями пізніше, ніж MPEG Layer 3, проте він активно завойовує популярність в Інтернеті. Вважається, що Ogg Vorbis використовує більш вдалі алгоритми стиснення, завдяки чому, в порівнянні з mp3, досягає ліпшої якості при однаковому коефіціенті стиснення. Розробники цього формату використовують спеціальну шкалу якості від -2 до +10, відповідність якої шкалі бітрейтів видно з такої таблиці:

Якість	Бітрейт	Якість	Бітрейт	Якість	Бітрейт
-2	32 кбіт/с	2	96 кбіт/с	6	192 кбіт/с
-1	45 кбіт/с	3	112 кбіт/с	7	224 кбіт/с
0	64 кбіт/с	4	128 кбіт/с	8	256 кбіт/с
1	80 кбіт/с	5	160 кбіт/с	9	320 кбіт/с
				10	400 кбіт/с

I, нарешті, у 2000-х роках з'явилися і швидко здобули популярність формати стиснення звуку без втрат – Monkey's Audio (дослівно – "мавпячий звук", файли якого мають розширення .ape) та FLAC (скорочено *Free Lossless Audio Codec*). Перевага цих форматів полягає в тому, що файл стискається без втрат інформації, тобто відновлений звуковий файл у РСМ-кодуванні не відрізнятиметься від оригінального жодним бітом. Недоліком такого стиснення, однак, є відносно невеликий коефіцієнт стиснення – вихідний файл виходить лише у 2,5-3 рази менший від оригінального. До того ж, на відміну від форматів mp3 та одд, цей формат поки що не підтримується аудіоредакторами і тому вимагає застосування спеціальних програм-конвертерів, наприклад *JetAudio*.

Робота зі звуком на комп'ютері

Сучасні цифрові технології дозволяють не тільки записувати звук, але й видозмінювати його. Комп'ютерні програми для роботи зі звуком називаються **звуковими редакторами.** Вони дозволяють побачити звукові хвилі візуально, проаналізувати їх тембр, здійснити аудіомонтаж і, нарешті, видозмінити характер звуку різноманітними звуковими ефектами. Крім того, скориставшись програмами багатоканального зведення, можна накласти декілька звукових доріжок в одну.

Технологія MIDI

Початково MIDI розроблялася як технологія клавішних електромузичних інструментів, але в 1990-х роках міцно зайняла своє місце і в комп'ютерних технологіях. Абревіатура MIDI розшифровується як "Music instruments digital interface", тобто цифровий інтерфейс¹⁵ музичних інструментів. Іншими словами MIDI можна

¹⁵ Інтерфейс – це сукупність засобів і правил, що забезпечують взаємодію пристроїв обчислювальної системи та (або) програм

визначити як стандарт передачі інформації між електронними музичними інструментами.

По суті, MIDI фіксує команди для того чи іншого музичного інструмента. Такі команди називаються **МIDI-повідомленнями.** Послідовність MIDI-повідомлень можна зберегти у вигляді **MIDI-файлу** (або так званої "**мідіграми**").

Пояснимо поняття MIDI-повідомлення на конкретному прикладі. Приміром, коли музикант натискає на MIDI-клавіатурі клавішу "до", клавіатура генерує **MIDI-повідолення**, яке звичною мовою можна було передати приблизно так "натиснута клавіша С2". Аналогічно формується повідомлення (команда) про відпускання клавіші. Якщо клавішник користується також педаллю і звуковисотним колесом, то список команд буде містити й команди "натиснута педаль" чи "звукове колесо у положенні *хх*". Кожній команді MIDI відповідає певний двійковий код, який і передається по спеціальному кабелю як спеціальний сигнал.

Звертаємо вашу увагу на те, що MIDI-повідомлення не містять інформації, власне, про звукову хвилю. Вони є лише командами для MIDI-сумісного інструмента, який може в прямому розумінні слова їх "озвучити". Такий інструмент може являти собою як апаратний синтезатор, так і програмний, або "віртуальний" інструмент.

Зазначимо, що у фізичному відношенні МІDІ-сигнал є звичайним цифровим сигналом, подібним тому, за допомогою якого кодується звукова, графічна чи текстова інформація. Проте завжди слід розрізняти, *що саме* закодовано у цифровому сигналі – або, приміром, закодовано потік звукових хвиль (формат .wav), або ж, – послідовність МІDІ-повідомлень (формат .mid).

MIDI-повідомлення

Список основних MIDI-повідомлень та їх параметрів та відповідні їм двійкові коди повідомлень можна представити в таблиці:

повідомлення	код	Значення	Параметри
Note-on	1001	Натиснення клавіші	Номер клавіші (0–127)
			Сила натиснення (0–127)
Note-off	1000	Відпускання клавіші	Номер клавіші (0–127)
Program Change	1100	Включення інструмента	Номер інструмента
			(0–127)
Pitch Bend	1110	Звуковисотний зсув	Величина зсуву
			(-8191–8191)
Control Change	1011	Включення контролера	Номер контролера
			(0-127) та значення (0-127)

MIDI-повідомлення *Note-on* у поєднанні з *Note-off* можна представити у вигляді звичайного нотного тексту – саме ці повідомлення визначають час взяття й тривалість кожної ноти. Команда *Program Change* включає потрібний музичний інструмент, *Pitch Bend* використовується головним чином для ефектів glissando або частотного вібрато, а останній параметр дозволяє підключати різноманітні контролери, що відповідають за тонкі нюанси виконання. Найчастіше застосовуються такі з них:

N₂	Назва	Призначення	Параметри
1	Modulation	Амплітудна модуляція	0-відключення ефекту
			127-максимальний
			ефект
7	Volume	Гучність (відображається	0-відключення звуку
		на мікшерському пульті)	127-максимальний звук
10	Panorama	Просторова локалізація	0 – локалізація зліва
			64 – локалізація по
			центру
			127 – локалізація спра-
			ва
11	Expression	Гучність (не відображається	0-відключення звуку
		на мікшерському пульті)	127-максимальний звук
64	Sustain	Затримка звуку (Ефект, аналогі-	127 – ефект включено
		чний правій педалі фортепіано)	0 – еффект виключено
121	All controlers	Відновлює значення	Будь яке значення
	off	всіх контролерів за замовчуванням	

Загалом слід зазначити, що хоча переважна більшість сучасних синтезаторів є MIDI-сумісними, більшість з них підтримують далеко не всі MIDI-команди. Взагалі ж, в кожному конкретному випадку слід звірятися з документацією інструмента.

Весь потік MIDI-повідомлень умовно розбивається на 16 каналів. Це зроблено для того щоб уможливити незалежне керування одночасно 16 різними інструментами. Наприклад, якщо у нас на одному й тому ж каналі будуть прописані скрипка і контрабас, то програма не зможе розрізнити, які ноти слід "виконувати" на контрабасі, а які на скрипці і може ці інструменти "переплутати". Неприємна ситуація може скластися і в тому випадку, коли одному з інструментів доручено глісандо (pitch whell) – інший інструмент, закріплений за тим же самим каналом, може зглісандувати "за компанію". Тому бажано записувати різні інструменти на різні канали.

Стандарт General-MIDI

Уже в 1980-ті роки апаратні синтезатори могли продукувати найрізноманітніші тембри, що врешті-решт поставило задачу їх уніфікації. Тобто, скажімо, було важливо, щоб запрограмований на одному синтезаторі дует контрабаса й фортепіано, на іншому так само прозвучав би як дует контрабаса й фортепіано, а не, наприклад, мандоліни й флейти.

Саме для цього 1991 року був розроблений стандарт General MIDI (скорочено – GM), що включає стандартний список із 128 "мелодичних" інструментів та 47 звуків ударних інструментів, для яких, як правило, відводиться 10-й MIDI-канал. Повний їх список ми приводимо в додатку. Розширеним стандартом є, так званий GS стандарт, розроблений фірмою Roland, що дозволяє підключати до 128 банків звуків, що теоретично передбачає використання до 16 384 інструментів. Іншим розширеним стандартом є XG, розроблений фірмою Yamaha.

Робота з MIDI

Редагування MIDI-повідомлень здійснюється за допомогою програм, що називаються MIDI-редакторами або **секвенсерами**. З універсалізацією програмного забезпечення секвенсери все частіше стають складовими програм багатоканального зведення або віртуальних синтезаторів. Хоча кожна з таких програм працює зі своїм специфічним форматом, існує універсальний стандарт MIDI-файлів, що може бути прочитаний будь-якою MIDI-сумісною програмою. MIDI-файли можуть бути імпортованими у секвенсери програм багатоканального зведення (таких як *Cubase, Nuendo, Adobe audition*), секвенсери синтезаторів (наприклад *Reason*) або у нотні редактори (*Finale, Sibelius*). MIDI-файли мають розширення **mid.** Ми детально розглянемо методи роботи з секвенсерами у розділі IX.

"Переведення" файлів MIDI в аудіо й навпаки

Серед новачків досить поширеним є запитання: чи можна перевести формат MIDI в аудіоформат і навпаки?

Відповідаємо: теоретично це неможливо, оскільки формати різні за своєю сутністю. А практично можливо: найпростіший спосіб переведення MIDI в аудіо виглядає таким чином. Запускаються одночасно дві програми – перша для відтворення MIDI (наприклад, *Winamp* або *quick-time* плеєр) і друга, що підтримує запис звуку (наприклад, стандартна програма звукозапису Windows). При цьому в налаштуваннях звукової плати слід обрати запис звуку з синтезатора (*Synth* або *MIDI*). МІDІ записується в живому часі й зберігається. Аналогічну операцію можна провести в програмах багатоканального зведення, включивши одночасно відтворення МІDІ-доріжок та запис аудіодоріжки. Для професійної ж роботи з фонограмами слід скористатись спеціальними засобами, мова про які – нижче.

Що стосується зворотної задачі, тобто, свого роду, написання музичного диктанту, то нещодавно для її здійснення з'явилися спеціальні плагіни, зокрема *widi vst 1.10*. Проте тестування цього плагіну виявило більш-менш задовільні результати лише для найпростіших семплів, тоді як при спробі проаналізувати зразки фортепіанної або багатоголосої вокальної музики, плагін дав результати дуже далекі від адекватних.

Детальніше ми ще повернемося до MIDI-технологій, коли будемо розглядати секвенсери.

Питання для самоперевірки

- Дайте визначення поняттю "Звук".
- Від чого залежить висота, тембр і гучність звуку?
- У чому полягає різниця між цифровим та аналоговим сигналами?
 - Назвіть переваги та недоліки цифрового устаткування.
 - Чим відрізняється монофонічний запис від стереофонічного?

• Для чого здійснюється аналогово-цифрове та цифроаналогове перетворення?

• Охарактеризуйте параметри оцифрування.

• Підрахуйте, який об'єм займає 30 хвилин звучання у wav форматі з частотою дискретизації 44 кГц і роздільністю 16 біт?

• Підрахуйте, який об'єм займає 30 хвилин звучання у форматі з бітрейтом 192 кбіт/с?

• У чому полягає принципова різниця між форматами стиснення тр3 та monkey's audio?

- Для чого було розроблено стандарт General MIDI?
- Яким чином засобами MIDI можна запрограмувати глісандо?
- Що потрібно для того, щоб озвучити MIDI?
Завдання для самостійної роботи

• Розрахуйте час, за який звук подолає відстань а) між стінами вашої кімнати; б) між стінами аудиторії; в) від сцени до першого та останнього ряду концертного залу; г) від гучномовців до глядачів на великому стадіоні.

• Підрахуйте, який об'єм займатиме 20, 40, 60 хвилин музики в цифровому стереозаписі з параметрами а) 16 біт, 44 кГц; б) 32 біт, 96 кГц?

• За допомогою программ-конвертерів стисніть звуковий файл у формати mp3 та ogg з різними параметрами. Порівняйте об'єм файлів та якість їх звучання в оригінальному та стисненому форматах.

• Візьміть ряд MIDI-файлів (запропонованих викладачем чи на власний вибір) та переведіть їх у формат аудіо у спосіб, описаний в кінці цієї теми.

Тема 4. Апаратне забезпечення

У цій темі ми розглянемо апаратне забезпечення комп'ютера, призначене для роботи зі звуком, а також деякі зовнішні пристрої.

Нагадаємо, що ранні комп'ютери корпорації ІВМ не були призначені для мультимедійних цілей і їх звукові можливості обмежувалися лише, так званим, РС-спікером, який сигналізував про успішне самотестування системи, або, навпаки, певні технічні неполадки. Цей пристрій присутній і в сучасних комп'ютерах, проте для якісного відтворення звуку він абсолютно не придатний¹⁶ і за свої "естетичні" якості отримав жаргонну назву "бзючок"¹⁷.

Сучасні ж комп'ютери для мультимедійних цілей (тобто для відтворення музики, відео тощо.) використовують *звукову карту (звукову плату)*, до входу якої можна підключити *мікрофон*, а до виходу – *акустичну систему* (тобто *динаміки* або *монітори*) або ж *навушники*.

¹⁶ РС-спікер здатний генерувати лише сигнали прямокутної форми – фактично він має однобітне амплітудне розділення.

¹⁷ В англомовному жаргоні поширене слово «beeper»

Звукова плата, або звукова карта чи аудіоплата (англ. Sound cart) – це пристрій, що дозволяє працювати на комп'ютері зі звуком. За технічним виконанням розрізняють *інтегровані звукові карти*, карти, виконані як окремі *плати розширення* та виконані як зовнішні пристрої.

Інтегровані плати вбудовуються в материнську плату комп'ютера, при цьому усі її кодеки припаяні до материнської плати, а обробку сигналу бере на себе центральний процесор. Інтегровані плати є найдешевшим рішенням, проте вони не відрізняються високою якістю відтворення і тому для професійної роботи не підходять.

Такі популярні плати, як Creative SB Live! чи Creative SB Audigy виконуються як плати розширення. Для того щоб підключити таку плату до комп'ютера, її слід вставити у роз'єм шини PCI¹⁸ комп'ютера (ці роз'єми знаходяться на материнській платі знизу), після чого проінсталювати спеціальні драйвери до аудіоплати – вони входять у комплект аудіоплати, також, зазвичай, вони доступні в мережі Інтернет. Переважно такі карти належать до класу *мультимедійних карт*, вони відтворюють звук якісніше ніж інтегровані, проте для потреб звукорежисера їх можливості будуть недостатніми. Ціновий діапазон мультимедійних плат в межах 50 – 200 \$.

Нарешті, професійні звукові карти, як правило, виконують як зовнішні пристрої – зовнішні звукові плати. Потреба виконати звукову плату як зовнішній пристрій пов'язана передусім з необхідністю надійного екранування сигналу від сторонніх завад, до того ж професійні плати мають велику кількість роз'ємів, розрахованих на підключення професійних студійних пристроїв (мікрофонів, мікшерських пультів), які в стандартний системний блок просто "не втиснути". Зовнішні звукові плати підключаються до комп'ютера через порти USB або FierWire, до того ж останній має значні переваги у швидкості передачі даних.

Найважливішими елементами звукової плати є аудіопроцесор, вбудований синтезатор, та різноманітні зовнішні інтерфейси та роз'єми.

¹⁸ PCI (абревіатура *Peripheral component interconnect*) – це шина введення/виводу для підключення периферійних пристроїв до материнської плати комп'ютера. Окрім звукових плат, до шини PCI підключають також мережеві плати, відеоплати та інші пристрої.

Аудіопроцесор містить цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) і АПЦ (аналогово-цифровий перетворювач) – ці пристрої перетворюють сигнал із цифрової форми в аналогову та – навпаки. Якість аудіоплати значною мірою визначається якістю цих пристроїв. Крім того на професійних платах містяться й інші пристрої, наприклад, процесори звукових сигналів (DSP), які знімають навантаження з центрального процесора.

Вбудований синтезатор призначається для відтворення MIDIінформації. Здебільшого такі синтезатори створюються як табличні (*Wave-Table*), тобто вони мають певний набір записаних звуків різних музичних інструментів, а також дозволяють підключати зовнішні банки звуків, наприклад, записані на CD чи інших носіях інформації у форматі *SoundFont*. Крім того, новітні професійні карти містять віртуально-акустичні синтезатори (Virtual-Acoustic), робота яких заснована на побудові математичної моделі реальних фізичних процесів, що відбуваються в музичних інструментах.

Зовнішні інтерфейси аудіоплати як мінімум містять аудіовхід (*input*), та аудіовихід (*output*), призначені для запису та відтворення звуку відповідно. Як правило, їх маркують, відповідно, рожевим та світло-зеленим кольорами.

У звичайних інтегрованих аудіоплатах до цих двох додається ще один роз'єм, який маркується блакитним кольором – це додатковий аналоговий аудіовхід для підключення лінійних пристроїв, тоді як рожевий призначається для підключення мікрофона. Потреба у двох аудіовходах пояснюється тим, що сигнал, що поступає з мікрофона має нижчий рівень ніж сигнал, що поступає з лінійного виходу іншого аудіопристрою (наприклад, магнітофона) і потребує попереднього підсилення.

У мультимедійних аудіоплатах роз'ємів може бути більше. Наприклад, у платах, що передбачають підключення систем об'ємного звуку, містяться два аудіовиходи – один з них призначений для передніх динаміків, інший – для тильних. Перевагою професійних аудіоплат є наявність багатьох аудіовходів, які дозволяють здійснювати багатоканальний запис, наприклад, запис звуку одночасно з кількох мікрофонів.

Окремо слід назвати так званий ігровий порт. Початково цей порт призначався для підключення джойстиків, однак сучасні музиканти використовують його для підключення зовнішніх MIDI-пристроїв, наприклад, синтезаторів, через спеціальний MIDI-кабель. Деякі плати мають також цифровий вихід S/PDIF, призначений для підключення цифрових динаміків. У цьому випадку аналоговоцифрове перетворення здійснюється цифровими динаміками. Крім того на звукових платах можуть бути встановлені роз'єми для підключення так званих дочірніх плат, що звичайно містять звукові модулі та інші інтерфейси.

Слід додати, що студійні музиканти іноді взагалі відмовляються від конвертерів звукових плат, натомість аналогово-цифрове перетворення покладається на окремі апарати, наприклад APOGEE або PRISMSOUND. Новітнім винаходом стали системи DSP (*Digital signal processing*), що здійснюють обробку сигналу, знімаючи навантаження з центрального процесора комп'ютера. Перевага використання таких систем проявляється як у покращенні якості звуку, так і у зменшенні часу затримки сигналу (*latency*)

Програмні інтерфейси

Тепер розглянемо стисло, яким чином відбувається взаємодія звукових карт з мультимедійним програмним забезпеченням. Не занурюючись глибоко у технологічні тонкощі, окреслимо два основних рівні цієї взаємодії – це драйвер звукової карти (driver) та Інтерфейс програмування додатків (IPA).

Драйвери поставляються виробниками зовнішніх пристроїв (звукових плат, принтерів, сканерів і т.д.) і їх призначення полягає в тому, щоб операційна система (наприклад, *Windows*) отримала доступ до керування цим пристроєм. Як правило, кожен пристрій має індивідуальний, призначений для нього драйвер, або навіть декілька драйверів для різних операційних систем. Це повною мірою стосується і звукових плат. Драйвер слід проінсталювати і лише після того операційна система зможе "розпізнати" пристрій і керувати ним.

Інтерфейс програмування додатків (API – Application Programming Interface) можна спрощено розуміти як метод чи набір методів комунікації певної програми з операційною системою, а також і драйверами різних пристроїв. Мультимедійне програмне забезпечення використовує кілька таких інтерфейсів, серед яких необхідно перелічити MME, DirectX та ASIO.

ММЕ (*Multi-Media Extensions***)** – це найстаріший інтерфейс, розроблений ще 1991 року під операційну систему Windows 3.0. ММЕ дозволяє відтворювати та записувати аудіо, керувати мікшером звукової карти та передавати МІDІ-повідомлення. Недоліком цього інтерфейсу є велика затримка (порядку 0) між подачею звукового блоку драйверу й появою звуку на виході – цей недолік не суттєвий при відтворенні аудіо, проте дуже суттєвий при студійній роботі.

DirectSound був випущений разом із Windows 95. Завдяки більш вдалій організації роботи буфера, цей інтерфейс забезпечує значно меншу затримку в порівнянні з ММЕ, щоправда DirectSound – лише відтворення звуку. Запис звуку можливий лише при застосуванні додаткових програмних засобів.

ASIO (Audio Stream Input/Output) – інтерфейс розроблявся компанією Steinberg в кінці 1990-х років паралельно з розробкою стандарту VST-інструментів. Основною перевагою ASIO є мала затримка аудіосигналу, що для успішного використання VST-інструментів є вирішальним. Іншою суттєво перевагою є більш вдалий алгоритм обробки багатопотокового аудіо – кожний з потоків аудіо обробляється окремо.

Зазначимо, що якщо перші два інтерфейси підтримують практично всі сучасні звукові карти, то ASIO офіційно підтримують лише, починаючи від напівпрофесійних карт. Інтегровані ж звукові плати і навіть така популярна карта як SB Live! інтерфейсу ASIO офіційно не підтримують. Щоправда, існують і неофіційні засоби уможливити роботу таких карт як SBLive з ASIO, одним із них є, так званий, **KXдрайвер**, якому вже присвячені статті у фахових часописах.

Настроювання звукової плати

Як вже було сказано, для того, щоб звукова плата працювала, слід проінсталювати драйвер звукової плати, який, як правило, поставляється на компакт-диску разом із самою платою. Після інсталяції на

панелі задач з'являється значок 22 , який при подвійному клацанні по ньому мишею відкриває системний мікшер звукової плати. За замовчанням, мікшер відкривається в режимі відтворення звуку, що являє собою кілька повзунків для корегування рівня звукового сигналу (*мал. 15*):



Мал. 15 Мікшер Windows

Набір цих повзунків може бути різним, в залежності від звукової карти та драйверів, і, як правило, на всіх присутні окремі регулятори для відтворення записаних на комп'ютері аудіофайлів, для відтворення компакт-дисків (*CD*), для рівня вбудованого синтезатора звукової карти (*synth*) і *Master out*, що регулює загальний рівень.

Через меню "*параметри*" можна переключити мікшер у режим відтворення звуку. Його вікно буде виглядати аналогічно, проте, якщо для відтворення звуку можна активувати всі виходи (галочка у вікні "Вимкнути" відсутня), то для запису можна вибрати лише один пристрій, який слід позначити галочкою "вибрати". Як правило, там будуть перелічені такі пристрої: *Mic* – мікрофонний вхід, *Line* – лінійний вхід, *Synth* або *MIDI* – для запису сигналу з синтезатора звукової карти і *What U hear* – пристрій, що знімає сигнал з аналогового аудіовиходу комп'ютера, та знов (повторно!) його оцифровує.

Тепер розглянемо декілька пристроїв, без яких звукова плата просто не мала би сенсу існування – це пристрої для відтворення та запису звуку. Адже фактично звукова плата оперує лише з електричними сигналами, тоді як перетворення звукового сигналу на електричний здійснюється за допомогою *мікрофонів*, а зворотне – за допомогою *динаміків*, що є складовою частиною акустичних систем та навушників.

Мікрофони

Принцип роботи мікрофона полягає в тому, що тиск звукових коливань діє на тонку мембрану мікрофона і приводить її в рух. Мембрана починає коливатися і її коливання, в свою чергу, збуджують електричні коливання. Яким чином відбувається збудження електричних коливань? Збудження може відбуватися в різний спосіб, в залежності від типу мікрофона. На сьогоднішній день найбільш розповсюдженими є динамічні, конденсаторні та електретні мікрофони.

Не станемо детально зупинятися на принципах їх роботи – зацікавленим порекомендуємо радіотехнічну літературу¹⁹, зазначимо лише, що більш якісний запис звуку властивий конденсаторним мікрофонам. Проте ці мікрофони значно дорожчі, потребують додаткового живлення і через їх високу чутливість до ударів чи кліматичних змін можуть використовуватися лише в студіях. Напроти, перевагою

¹⁹ Наприклад, Б. Я. Меерзон. Акустические основы звукорежиссуры / Б. Я. Меерзон. – М., 2004.

динамічних мікрофонів є відносно невисока вартість, міцність, невеликі розміри й маса, що дозволяє використовувати їх в будь-яких умовах. Електретний мікрофон є своєрідним "компромісом" між динамічним та конденсаторним.

Мікрофони будь-якого типу оцінюються рядом характеристик, серед яких особливо слід зазначити такі.

1. Чутливість мікрофона показує яка вихідна напруга (у мілівольтах) спостерігається на виході мікрофона при певному звуковому тиску (у Па або дБ) на вході. Якщо два мікрофони приймають однаковий звуковий тиск, і один з них видає сильніший сигнал (більшу напругу), кажуть, що в цього мікрофона більша чутливість.

2. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ), або просто частотна характеристика – це залежність осьової чутливості від частоти звукових коливань. Якісний звукозапис потребує якомога рівнішої АЧХ, адже нерівна АЧХ призведе до спотворення тембру записуваного сигналу. Нерівномірність АЧХ вимірюють у дБ як відношення чутливості мікрофона на певній частоті до чутливості на середній частоті, наприклад 1000 Гц.

3. Характеристика направленості – це залежність чутливості мікрофона від напрямку падіння звукової хвилі відносно осі мікрофона. На відміну від органів слуху людини, які сприймають звуковий сигнал з будь-якого напрямку, мікрофон можна налаштувати у такий спосіб, що він записуватиме сигнал лише з певного напрямку. Характеристика направленості залежить від конструкції мікрофона та його акустичної характеристики, що можна представити у вигляді таблиці:

Акустична характеристика	Характеристика направленості
Приймачі тиску	Ненаправлений
Приймачі градієнта тиску	Двонаправлений ("вісімка")
Комбіновані	Кардіоїд, гіперкардіоїд та ін.

Характеристику направленості мікрофона зручно представити у полярних координатах (*мал. 16*). Вибір мікрофона з тією чи іншою направленістю залежить від конкретної задачі звукорежисера. При багатоканальному запису використовують переважно однонаправлені (кардіоїдні) мікрофони – вони записують певного виконавця (чи групу виконавців), тоді як інші учасники ансамблю залишаються поза зоною їх чутливості.



Мал.16 Характеристика мікрофонів у полярних координатах

Акустичні системи

Акустичною системою називається система пристроїв, що перетворює електричні коливання в звукові. Звукорежисери нерідко використовують термін "монітори", маючи на увазі моніторинг результату своєї творчості, тоді як серед пересічних користувачів більш популярні назви динаміки або колонки. Хоча принципової різниці у перелічених термінах немає, акустичні системи дуже відчутно відрізняються за якістю, термін "монітори" як правило відносять саме до високоякісної дорогої продукції. До того ж мультимедійні динаміки в музичних центрах нерідко підбирають таким чином, щоб приховувати недоліки запису, що робить їх зручними для любительського прослуховування, однак непридатними для прискіпливої роботи звукорежисера.

Принцип роботи акустичних систем полягає в тому, що електричні коливання перетворюються в механічні коливання, так званих,

випромінюючих головок, які переходять у коливання повітря, що й сприймається нами як звук. У цьому плані робота акустичних систем прямо протилежна принципу роботи мікрофона, який перетворює звукові коливання на електричні.

Акустична система буває *односмуговою* або *багатосмуговою*. Односмугова система має лише один випромінювач, що відтворює звуки усього частотного діапазону. Натомість, у **багатосмугових** акустичних системах спектр частот розбивається на кілька діапазонів за допомогою звукових фільтрів. Кожен діапазон подається на свою динамічну голівку, що має найкращі характеристики в цьому діапазоні. Оскільки динаміків, що були б здатні однаково добре відтворювати звук в усьому звуковому діапазоні практично не існує, то на практиці використовуються переважно дво- і трьохсмугові акустичні системи.

Пристрої для вводу MIDI

Сучасний комп'ютер можна сприймати не тільки як пристрій для відтворення й редагування звукових файлів, але, в певному сенсі, навіть як музичний інструмент, тобто за наявності відповідного програмного забезпечення і спеціальних пристроїв вводу-виводу інформації, на комп'ютері можна створити цілу симфонію, не запрошуючи жодного "живого" музиканта. Звичайно, це не означає, що комп'ютер може замінити симфонічний оркестр чи камерний ансамбль, однак, певні можливості в комп'ютері для цього передбачені, проте, тут нам знову знадобляться зовнішні пристрої, цього разу – для вводу МІDІповідомлень. Найчастіше таким пристроєм є **МІDІ-клавіатура**.

Використання та комутація MIDI-клавіатури

Спочатку, щоб не виникало плутанини, пояснимо чим принципово відрізняється MIDI-клавіатура від синтезатора (зовні для непрофесіонала ці пристрої можуть здаватися схожими!). У попередній темі ми вже пояснили сутність MIDI-технологій, самі по собі MIDIповідомлення не є музикою, для того, щоб їх озвучити – потрібний синтезатор, апаратний або віртуальний. Тобто, – MIDI-клавіатура не дає звуку, вона лише дає MIDI-повідомлення, які може озвучити синтезатор.

Синтезатор же навпаки – покликаний в першу чергу генерувати звуки, при цьому він може й не мати власної MIDI-клавіатури – управління ним може здійснюватися з зовнішнього пристрою. Такі пристрої, як електропіаніно та піаноли також, по суті, можна назвати синтезаторами з MIDI-сумісними синтезаторами.



Мал. 17 Роз'єми MIDI з підключеним кабелем до виходу MIDI-thru

Для комутації МІDІсумісних інструментів, кожний із них, як правило, має три роз'єми для передачі МІDІ-повідомлень: це вхідний роз'єм *МІDІ-іп* та вихідні роз'єми *МІDІ-іп* та вихідні роз'єми *МІDІ-іп* і *МІDІоиt²⁰ (мал. 17)*. Через роз'єм МІDІ-іп синтезатор отримує

сигнал, різниця ж вихідних роз'ємів полягає в тому, що через MIDIthru інструмент передає лише ту інформацію, що поступає до нього через MIDI-in в незмінному вигляді, а MIDI-out – лише інформацію про дії, що виконуються на цьому інструменті.

Зазвичай, у синтезаторах окрім MIDI-роз'ємів є і аудіовихід (*audio out*). Різниця між аудіовиходом та MIDI-виходом тепер зрозуміла читачеві – перший виводить звуковий сигнал (частіше в аналоговому форматі, хоча іноді і в цифровому, наприклад, оптичний ADAT або коаксіальний SPDIF) – до цього виходу можна підключити акустичну систему, або ж з'єднати вихід із лінійним входом звукової плати, якщо нам потрібно, наприклад, записати звук синтезатора. Натомість, MIDI-out виводить MIDI-повідомлення про дії, здійснені на синтезаторі; з'єднавши цей вихід зі звуковою платою комп'ютера (за допомогою кабелю, що підключається до "ігрового порту" аудіоплати), ми можемо записати ці MIDI-повідомлення програмою-секвенсером, або й озвучити їх в реальному часі, використовуючи відповідне програмне забезпечення комп'ютера.

Що стосується MIDI-клавіатур, то для цих пристроїв цілком достатньо лише виходу MIDI-out, адже їх функція вичерпується генерацією MIDI-повідомлень. Більше того, сучасні MIDI-клавіатури, як правило, можна підключити до комп'ютера через USB – в цьому випадку вони не потребують окремого електричного живлення і не потребують підключення через MIDI-порт – вся інформація передається на комп'ютер через порт USB.

²⁰ Дослівно з англійської: IN – вхід, OUT – вихід, THRU – транзит.

Види MIDI-клавіатур

Світ MIDI-сумісних інструментів досить багатоманітний, його огляд є неможливим в межах цієї книги, тому обмежимося окресленням лише однієї важливої характеристики клавіатур.

Будь-яка клавіатура може бути динамічною та нединамічною. Якщо динамічна клавіатура чутлива до сили натискання клавіші (як, наприклад, у фортепіано), то нединамічна клавіатура немає такої властивості (подібно клавіатурі органа).

Динамічні MIDI-клавіатури можуть розрізнятися за силою, яку слід докласти для натиснення клавіші. Розрізняють зважені (weighted), напівзважені (semiweighted) та незважені клавіатури. Зважені клавіатури мають механізм, що імітують молоточковий механізм фортепіано і тому для піаністів їх переваги очевидні, проте й коштують вони дорожче.

МІDІ-клавіатури також можуть мати різну кількість і різні розміри клавіш. Як правило зважені клавіатури мають 88 клавіш, так само як і звичайне фортепіано. Напівзважені й незважені клавіатури, як правило мають значно меншу кількість, наприклад, 61 або навіть 49 клавіш. Річ у тім, що на відміну від зважених, напівзважені і тим більш незважені не можуть претендувати на використання в концертному виконавствы фортепіанних творів, а відтак доцільним є зекономити як на габаритах, так і на ціні. Водночас покриття повного фортепіанного діапазону забезпечується клавішами октавної транспозиції.

Якщо зважені і, як правило, напівзважені клавіші мають таку саму ширину, як і клавіші фортепіано (23 мм), то незважені, зазвичай, мають меншу ширину, ніж фортепіанні.

Нарешті, більш дорогі професійні клавіатури мають функцію післядотику (*aftertouch*), тобто чутливості до тиску на клавішу вже після того, як вона була натиснена. Це дає можливість впливати на характер звуку вже в процесі його звучання.

Додамо, що MIDI-клавіатури як правило устатковуються й допоміжними засобами для введення MIDI-повідомлень. Як правило, це два колеса – *wheel* і *modulation*, що керують роботою відповідних контролерів та педаль, що підключається (контролер sustain).

Інші пристрої для вводу МІДІ-інформації

Якщо MIDI-клавіатури зручні для тих, хто добре вміє грати на фортепіано, то, наприклад, для гітаристів або акордеоністів, що не

вчилися грі на фортепіано, робота з MIDI-клавіатурою представляється надзвичайно складною.

Виробники подбали і про цю категорію музикантів, розробивши цілу низку таких MIDI-сумісних інструментів, як цифрові акордеони та цифрові гітари. Причому в останньому випадку на шляху між звуковидобуванням і секвенсером використовується MIDI-конвертер, який аналізує звук гітарної струни, визначає його висоту та генерує відповідне MIDI-повідомлення. Щоправда, як відмічають практики, MIDI-конвертер може й помилитись із визначенням висоти, помилки можуть виникати й, наприклад, при потужній швидкій грі по всіх 6 струнах, або раптовому глушінні струн. Тим не менш, подібні пристрої швидко розвиваються й завойовують музичний ринок.

Синтез звуку

Раніше розглядалися звуки "природного" походження — їх джерелом були коливання того чи іншого фізичного об'єкта — чи то струни, чи то стовпу повітря у замкненому просторі. Ці коливання розповсюджуються через повітря й при потребі можуть бути за допомогою мікрофона перетворені на електричні.

Однак у XX століття постає принципово новий спосіб звуковидобування, який полягає в тому, що первинними стають саме електричні коливання, які вже потім перетворюються на акустичні. Інструменти, що видобувають звук у такий спосіб називають електронними. Починаючи з 1950-х років, стало можливим не тільки генерувати й керувати електронним звуком у процесі виконання, але й заздалегідь програмувати звук чи послідовність звуків. Такий підхід став називатися *синтезом звуку*, а інструменти, що синтезують звук – *синтезаторами*.

Існують різні типи синтезу звуку. Перелічимо основні.

Підсумовувальний (адитивний) синтез, у якому використовується принцип суперпозиції (накладення) декількох хвиль простої (звичайно синусоїдної) форми з різними частотами й амплітудами. За аналогією з електроорганами ці хвилі називаються регістрами й позначаються, як 16' (тон октавою нижче взятого), 8' (вихідний тон), 4' (тон октавою вище взятого) і т.д. (цифра означає довжину труби відповідного регістра органа у футах).

Віднімальний (субтрактивний) синтез, у якому вихідна хвиля довільної форми змінює тембральне забарвлення при проходженні через різноманітні фільтри, генератори обвідних, процесори ефектівтощо. Цей тип синтезу широко застосовується практично у всіх сучасних моделях синтезаторів.

Операторний (FM, від англ. Frequency Modulation) синтез, у якому відбувається взаємодія (частотна модуляція й підсумовування) декількох хвиль простої форми. Чим більша кількість операторів використана в конструкції синтезатора, тим багатше звучання інструмента. Детально ми розглянемо операторний синтез на прикладі FM-синтезу у програмі Sound Forge.

Фізичний синтез (метод фізичного модулювання), в якому за рахунок використання потужних процесорів виробляється моделювання реальних фізичних процесів, що протікають у музичних інструментах того або іншого типу. Наприклад, для дерев'яних духових параметрами будуть – довжина, профіль і діаметр труби, швидкість повітряного потоку, матеріал корпуса; для струнних інструментів – розмір корпуса, матеріал, довжина й натяжіння струн і т. д. Фізичний синтез використовують такі інструменти, як Yamaha VL-1, Korg Oasis, Alesis Fusion і т. д.

Табличний (Wavetable, PCM) синтез, у якому звук створюється за рахунок відтворення записаних раніше фрагментів звучання реальних музичних інструментів – семплів і мультисемплів, яким буде присвячена в нашій роботі окрема глава.

Питання для самоперевірки

• У чому полягає призначення звукової плати?

• Яким чином відбувається взаємодія звукових карт з мультимедійним програмним забезпеченням?

• Які існують різновиди мікрофонів? Які мікрофони ліпше використовувати для студійного запису, ведення репортажу?

• Чому в акустичних системах використовують кілька динамічних голівок?

- Які пристрої для вводу MIDI ви знаєте?
- Що спільного і чим відрізняється МІДІ-клавіатура від рояля?
- Які види синтезу звуку ви знаєте?

Завдання для самостійної роботи

• Підключіть до входу звукової плати комп'ютера мікрофон. Налаштуйте звукову карту на запис з мікрофона. Запишіть свій голос (або гру на інструменті) та збережіть запис на комп'ютері.

• Налаштуйте звукову плату на запис з лінійного входу. Під'єднайте до звукової карти комп'ютера аналоговий пристрій відтворення, наприклад, магнітофон або вініловий програвач. Оцифруйте композиції, записані на аналогових носіях.

• Відвідайте виставку або магазин музичного обладнання. Ознайомтесь з багатоманіттям сучасного музичного обладнання. Порівняйте відчуття при грі на різних видах MIDI-клавіатур.

Тема 5. Багатоманіття програмного забезпечення

Почавши розвиватись лише на початку 1990-х років, усього протягом десятиліття ринок програмного забезпечення у музичній сфері набув величезного різноманіття і на сьогоднішній день музичні програми слугують найрізноманітнішим цілям – від допомоги в опануванні музичної грамоти до складення професійних фонограм. Але для початку спробуємо класифікувати усе багатоманіття програмних продуктів, домовившись, що така класифікація може бути лише орієнтовною, враховуючи, з одного боку, постійне оновлення ринку програмного забезпечення, а з іншого – тенденцію виробників до універсалізації програм.

Серед безлічі комп'ютерних програм, усі редактори, про які далі піде мова, слід віднести до мультимедійних програм. Термін **мультимедія** передбачає представлення інформації в різних її формах – звуковій, графічній, відео і т.п., на відміну від текстової та числової.

За своїми можливостями серед мультимедійних програм можна виділити такі:

– **програвачі (плеєри),** покликані відтворювати ті чи інші файли. Між собою вони різняться, головним чином, набором підтримуваних форматів файлів. Ці програми призначені для широкого кола користувачів;

– конвертери, призначені для конвертування файлів з одного формату в інший. Ці програми також призначені до широкого кола користувачів, хоча й передбачають певну орієнтацію у форматах файлів та їх особливостях. Для зручності користувача в них також передбачена можливість прослуховування файлів.

Редактори відрізняються від програм тим, що здатні не тільки відтворювати та конвертувати мультимедійну інформацію різних форматів, але й редагувати її, а іноді навіть створювати з нуля. Саме

редактори є інструментом професійної роботи фахівців і предметом нашого подальшого розгляду.

За своїм призначенням можна умовно виділити:

– **нотні редактори,** основним призначення яких є набір нотного тексту з можливістю його роздруківки, прослуховування або переводу у графічний формат;

– **МІDІ редактори, або секвенсери** слугують для створення та редагування композицій у МІDІ-форматах. МІDІ-композиції використовуються безпосередньо (так звані, "мінусовки"), лежать в основі караоке, а також, як правило, є етапом у створенні професійних фонограм. З універсалізацією програмного забезпечення в чистому вигляді секвенсери вже не випускаються, натомість, вони є невід'ємною частиною багатьох програм;

– **звукові редактори** або **аудіоредактори** призначені для роботи зі звуком, наприклад, монтаж, пригнічування шумів, застосування різних звукових ефектів тощо;

– програми багатоканального зведення (в англійській термінології поширений термін DAW – Digital audio workstation, тобто "цифрова звукова робоча станція") призначені для зведення (мікшування) окремих звукових доріжок в єдине звукове ціле. Більшість сучасних програм цього класу мають вбудований секвенсер, що відкриває можливість для зведення MIDI та аудіо;

– віртуальні синтезатори, ромплери і семплери. Їх призначення подібне своїм апаратним аналогам – це генерування звуків та робота з бібліотеками семплів, тобто попередньо записаним зразком звучання певного інструмента чи інструментів. Як правило, ці інструменти працюють як під'єднувальні плаґіни, що підключаються до програми-хосту, яким є програма багатоканального зведення. Хоча існують інструменти, що працюють автономно, маючи вбудований секвенсер (наприклад Reason). Значною мірою тембральне різнобарв'я сучасних фонограм визначається вдалим підбором синтезаторів та якістю використаних семплів;

– автоаранжувальники, програми-композитори тощо – це програми які "полегшують" кропіткий труд аранжувальника, використовуючи шаблонні прийоми аранжування, стандартні петлі звуків і таке інше. Подібні програми слід розглядати як напівпрофесіональний інструментарій, хоча, як початковий етап роботи над фонограмою можуть бути корисними і для професіоналів. Далі ми розглянемо ряд музичних редакторів різного типу. Хоча ми не маємо можливості розглянути усе багатоманіття музичного програмного забезпечення, як показує досвід, засвоєння нових програм дається значно легше, якщо розібратися в основних принципах роботи програм, англійській термінології (майже всі програми випускаються англійською мовою і не мають поки що українських версій), а також з набуттям практики в роботі з основними програмами. Останній обставині ми приділимо особливу увагу, а в Додатках наведемо словник англійських термінів.

Питання для самоперевірки

• У чому полягає різниця між програмним та апаратним забезпеченням?

- Охарактеризуйте термін "мультимедіа".
- Для чого потрібні програми-конвертери?
- Які формати звукових файлів ви знаєте?
- Які види музичних програм ви знаєте?
- Чим відрізняється синтезатор від семплера?

Завдання для самостійної роботи

• Проінсталюйте на своєму комп'ютері музичні програми, що будуть потрібні в подальшій роботі.

• Оцініть, який обсяг займають дистрибутиви програмного забезпечення. Який обсяг займають установчі програми в директорії programm files?

• З'ясуйте, які формати файлів підтримують програвачі та конвертери, встановлені на вашому комп'ютері?

Тема 6. Нотні редактори

Найпопулярнішими нині вважаються дві програми цього класу – *Sibelius* та *Finale*. Порівнюючи ці програми, можна стисло підсумувати, що *Sibelius* дає якісніший вигляд нотного тексу і легший в опануванні, проте *Finale* має більше можливостей для набору нетрадиційних форм нотного письма і взагалі для вирішення нестандартних завдань нотної графіки.

До того ж нотні редактори можуть і програвати набрані вами ноти. При цьому програма застосовує технологію MIDI та використовує синтезатор вашої звукової плати або інший, програмний синтезатор.

Sibelius

На момент написання цих рядків останньою версією цієї програми є версія 5.1, проте вона ще не встигла широко розповсюдитись в Україні. Тому ми, головним чином, спиратимемося тут на версію Sibelius 4, а потім оглянемо оновлену версію 5.1. Одразу мусимо зауважити важливий недолік програми Sibelius: на більш ранніх її версіях неможливо відкрити файли, збережені у її пізніших версіях.

Програма працює з файлами власного формату, що мають розширення .sib. Є можливість також імпорту й експорту MIDI-файлів, експорту та вставки графічних файлів, в останній версії також експорту аудіофайлу.

Старт проекту

Створення нового файлу (File -> new) можна розпочати з майстра. При цьому вам доведеться пройти такі кроки: перехід до кожного наступного здійснюється натисканням клавіші "*next*".

1. *Manuscript paper* – тут слід обрати інструментальний склад. Ви можете скористатися заготовками, що бачите у вікні ліворуч, або, натиснувши, "add instruments" додати інструменти вручну, при цьому тип інструмента обирається у вікні ліворуч внизу, список, властивий кожному типу – всередині, а клацнувши "*add to score*" обраний вами інструмент додається до вашого "оркестру", який поки що відображається у вікні праворуч. Якщо, навпаки, слід видалити один з інструментів – слід просто виділити його в правому вікні мишею і натиснути "*delete from score*". У списку внизу – "Play using this device", обирається синтезатор, що озвучуватиме ваші файли.

2. *House styles* – це список можливих шрифтів, як нотного тексту, так і звичайного (для технічних вказівок тощо).

3. *Time signature and tempo* – надає можливість проставити музичний розмір і темп. Галочка "Pick-up" дозволяє розпочати із затакту, а кнопка "beam and rest groups" – особливі налаштування групування нот.

4. *Key signature* – обираються знаки при ключі. "Атональний" ключ відрізняється від "до мажорного" тим, що для транспонуючих

інструментів (кларнет, саксофон) знаки біля ключа також не виставлятимуться.

5. *Score info* – дозволяє позначити назву й автора твору, автора текстів (якщо це вокальний твір) і, звичайно ж, копірайт.

У принципі всі ці кроки можна й не проходити, натиснувши в будь-який момент "*Finish*", а поставити всі необхідні вказівки пізніше.

Загальний вигляд та меню програми

Робоча область програми імітує розгорнутий нотний зошит, який можна пересувати, зачепивши мишею у вільному полі. Також можна пересуватися по партитурі за допомогою клавіш home, end, page up, page down або команд "go to bar…", "go to page…" у меню Edit.

Через меню *Window* можна включати або відключати такі панелі інструментів (тут і далі в дужках подаються "гарячі клавіші")²¹):

- Navigator – слугує для швидкої навігації по партитурі;

– *Keypad* – є відповідником цифрової клавіатури комп'ютера і призначається для покрокового вводу нотного тексту а також проставлення знаків альтерації, штрихів та інших спеціальних позначок;

– *Playback* – призначений для відтворення та запису в реальному часі;

– *Mixer (М)* – нагадує мікшерський пульт, призначений для налаштування відтворення партитури;

– *Parts* – дозволяє швидко переходити від роботи над партитурою до роботи над окремими партіями. Починаючи з 4-ї версії, зміни, зроблені у партіях, автоматично переносяться в партитуру;

– *Video* – викликає екран, який дозволяє сумістити програвання файлу з переглядом відео. Ця функція може бути корисною для тих, хто пише музику для кіно. Підключення відеофайлу здійснюється через меню *Play-> Video and Time-> add video*.

– *Properties* – найскладніша панель, дозволяє здійснювати різноманітні тонкі налаштування окремих елементів тексту.

²¹ "Гарячими клавішами" називається комбінація клавіш, що дозволяє здійснювати одну з операцій меню даної програми. Як правило, гарячі клавіші вказуються напроти тих команд меню, для яких вони передбачені.

Налаштовування MIDI-пристроїв

Якщо у вас є MIDI-клавіатура, то ви зможете записувати нотний текст безпосередньо з неї або в покроковому режимі, або в режимі живого часу. Попередньо слід лише налаштувати програму на використання MIDI-клавіатури – для цього у меню *Play -> Playback and input Devices* увійдіть у вкладку "Input devices" та оберіть потрібний пристрій (*мал. 18*).



Мал.18 Вибір пристроїв введення МІDІ-повідомлень

Після включення галочки MIDI-thru, сигнал з вашої клавіатури буде не тільки записуватися програмою, але й, одночасно, поступати на відтворюючий пристрій, тобто, простіше кажучи, ви будете одразу ж чути те, що граєте. Якщо ж вам потрібен звук лише для прослуховування готового результату – ви можете відключити MIDI-thru.

Відтворення звуку в програмі Sibelius здійснюється або синтезатором вашої звукової карти, або віртуальним синтезатором *Kontakt player*, який можна придбати разом з програмою. Повний список

- I where a read			
Click each playback device's Test button to s	see if you can	hear it.	
Set Use to Yes for one device and No for the	others (unles	s you kni	ow you can u
or type (e.g. General MIDI).			
Device	Test	llse	Sound Set
kX Control SB022x 10k1 [d480]	Test	Yes	General MII
Программный синтезатор звуковой	Test	Yes	General MI
	Test	Yes	General MI
kX Synth SB022x 10k1 [d480]		Yes	General MI
kX Synth SB022x 10k1 [d480] kX Synth2 SB022x 10k1 [d480]	Test		
kX Synth SB022x 10k1 [d480] kX Synth2 SB022x 10k1 [d480] kX Uart SB022x 10k1 [d480]	Test Test	Yes	General MI

Мал. 19 Вибір пристроїв відтворення звуку

пристроїв доступний у тому ж меню за вкладкою *Playback device* (*мал. 19*). Кнопка *test* дозволяє протестувати роботу цього пристрою, зверніть також увагу на слово "Yes" у колонці *Use*. Якщо замість *Yes*, на цьому місці написано *No*, це означає, що пристрій відключено і для того, щоб його включити, слід просто клацнути по цьому слову мишею.

Налаштувати звучання кожного з інструментів можна у вікні *Mixer* (викликається через меню *Window*).

Виділивши один з інструментів (*на малюнку 20 – друге piano*), можна обрати синтезатор (device), звук (sound), просторову локалізацію (Pan), гучність (Volume), а також MIDI-канал для певного інструмента. Якщо файл набирався на іншому комп'ютері, що має MIDI-пристрої, яких не має ваш комп'ютер, слід натиснути кнопку "reset sound" і програма підбере для всіх інструментів пристрої за замовченням.



Мал. 20 Мікшер програми Sibelius

Набір нотного тексту

Почати набір нотного тексту слід з вибору інструментів. Якщо ви ще не вибрали інструменти при старті або виникла потреба додати чи вилучити певний інструмент у процесі роботи, це можна зробити в будь-який момент через меню *Layout-> Instruments and Staves*. Крім того, якщо потрібен рядок *ossia*, це можна зробити командою *Create* -*> other -> ossia staff*. Додавати рядок для інструмента можна кнопкою *extra staff*. Тепер безпосередньо про набір.

У програмі існує кілька можливостей набору нотного тексту. При наявності MIDI-клавіатури можна набирати ноти **в реальному часі**, користуючись панеллю *Playback*. Для зручності на цій панелі можна включити метроном, а також, щоб програма не сприймала щонайменші, можливо випадкові темпові відхилення як надзвичайно ускладнені ритмічні фігури – зробити відповідні налаштування у меню Notes -> Flexi-time options. У вкладці *notation* можна налаштувати програму на округлення усіх тривалостей до заданого значення (наприклад, до вісімок або тріольних шістнадцяток).



Мал. 21 Панель Keypad

Sibelius дозволяє також набирати й редагувати ноти у покроковому режимі. Перш за все зверніть увагу на панель Keypad (мал. 21). Ця панель, що є відповідником цифрової клавіатури комп'ютера, містить найчастіше застосовувані тривалості та штрихові позначення. Якщо клацнути мишею на одну з тривідповідну натиснути валостей. або клавішу цифрової клавіатури – курсор миші забарвлюється у синій колір і нота буде поставлена у тому місті партитури, в якому ви клацнете мишею. Взагалі ж забарвлений курсор миші означає, що програма готова до вводу в партитуру нового об'єкта – ноти або іншої позначки.

Ноти можна вводити також з МІDІ-клавіатури або з клавіатури комп'ютера – як правило, це значно швидше й зручніше. Щоправда, першу ноту все одно доведеться ввести мишею, вказати програмі, з якого місця ми почнемо вводити набір нот – для цього слід перевести курсор у звичайний, "незабарвлений" режим клавішею *esc*. Після цього мишею слід виділити ноту або паузу, на місці якої з'явиться нота. Виділений об'єкт буде зафарбовано у синій колір. Для вводу першої ноти можна й просто скористатися кнопкою tab – перша пауза виділиться автоматично.

Подальші дії повинні бути такими: спочатку на панелі Кеураd обирається потрібна тривалість, а потім з МІDІ-клавіатури вводиться потрібна нота. Можна обійтися і без МІDІ-клавіатури, а вводити ноти зі звичайної клавіатури – в останньому випадку використовуються літерні позначення нот, тобто do = C, pe = D, mi = E і т.д., за винятком ноти *ci*, якій відповідає літера B, як це прийнято за англійською традицією. Якщо потрібно ввести ноту з крапкою – на панелі обирається відповідна тривалість а потім крапка.

Для введення ноти зі знаком альтерації, слід обрати не тільки ноту, але й відповідний знак альтерації при ній. Для набору ноти з крапкою слід разом з тривалістю обрати також і крапку. Для проставлення пауз слід замість ноти натиснути клавішу "0" цифрової клавіатури (у ранніх версіях можна було натискати пробіл).

У той же час в будь-який момент ми можемо повернутися до редагування однієї з попередніх нот. Це робиться стрілками праворуч

чи ліворуч (у сполученні з клавішею *alt* можна перейти до партії іншого інструмента), або ж мишею, перевівши попередньо курсор у "незабарвлений" режим. Зверніть увагу, що при покроковому вводі нот ми спостерігаємо вертикальну рисочку, що слідує за введеною щойно нотою – ця рисочка інформує про готовність програми до вводу наступної ноти. Якщо ж рисочки немає – програма готова до редагування виділеної ноти.

Виділену ноту можна перемістити відповідними стрілками вгору чи вниз (у сполученні з *ctrl* – на октаву), змінити її тривалість, або знак альтерації чи штрихову позначку при ній за допомогою клавіш панелі *keypad*.

Для того щоб набрати акорд (якщо MIDI-клавіатура не використовується), то до виділеної ноти треба послідовно додати необхідні інтервали зверху – для цього слід натиснути відповідну цифру (від 1 до 9) алфавітно-цифрової клавіатури, або знизу, якщо утримувати одночасно shift та ctrl.

Якщо представлених в основному режимі панелі *keypad* знаків не вистачає, панель можна переключити в один із режимів, позначених на вкладці, або ж за допомогою клавіш:

- *F9* (режим екзотичних тривалостей);
- *F10* (режим для редагування групувань нот);
- *F11* (фермати та штрихи);
- *F12* (знаки альтерації, у тому числі чвертьтонові).

При цьому можна обирати елементи з кількох режимів одночасно, тобто, наприклад, якщо потрібна вісімка з двома крапками і ферматою, то ми оберемо вісімку у режимі F8, дві крапки у режимі F9, а фермату – у F11.

Звернемо увагу також на нижній рядок панелі *Keypad* – тут ми бачимо цифри 1-4. Вони передбачені на той випадок, коли на одному нотоносці слід розмістити кілька незалежних голосів (до чотирьох). Водночас, якщо усі об'єкти першого голосу при виділенні зафарбовуються у синій колір, то другого – у зелений, третього – у жовтий, а четвертого – у малиновий колір. Перевести ноту з одного голосу в інший можна натисканням відповідної цифри мишею, або комбінацією клавіш Alt+1, Alt+2, Alt+3 чи Alt+4 відповідно.

Що стосується **групувань нот**, то найзручніше це робити, перевівши *keypad* у режим F10. Виділяючи послідовно певні ноти і обираючи потрібну форму ребра на панелі *keypad*, можна запрограмувати будь-яке групування нот.

Редагування великих фрагментів партитури

Іноді виникає потреба відредагувати цілий фрагмент партитури для того, щоб потім його скопіювати, странспонувати або виконати якусь іншу дію. Для цього необхідний фрагмент слід виділити – це здійснюється натисканням стрілок при утриманій клавіші *shift*. Можна також клацнути мишею посередині нотного рядка, виділений фраг-



мент при цьому буде обведений у прямокутник (*мал. 22*). Якщо клацнути мишею двічі, буде виділений цілий нотний рядок, а якщо тричі – то вся партія данного інструмента в партитурі. Якщо при цьому утримувати натиснутою клавішу *Ctrl*, то фрагмент буде виділений подвійним прямокутником – це має принципову різницю для вилучення або копіювання тактів – в першому випадку ми лише очищуємо вміст такту, а в другому – вилучається і сам

Мал. 22 Виділення фрагментів

ту, а в другому – вилучається і сам такт, тобто всі наступні такти пе-

ремістяться на один вперед. Аналогічний результат отримаємо й при копіюванні.

Розглянемо операції, які можна робити з виділеним матеріалом. По-перше, виділений фрагмент можна копіювати, вирізати й потім вставляти стандартними засобами (ctrl+C, ctrl+X, ctrl+V). По-друге, можна застосовувати різноманітні перетворення, використавши одну з команд Notes, зокрема транспонувати Notes -> Transpose, (Shift+T) або зробити енгармонічну заміну Respell accidental (Enter). Певні перетворення можна зробити й з панелі Notepad, наприклад, проставити для всіх нот однаковий штрих, або зробити всі ноти рівної тривалості.

I, нарешті, зробимо зауваження щодо **розстановки пауз**. Програма автоматично заповнює "порожні місця" паузами, тобто вилучення будь-якої ноти (*delete* або *backspace*) або цілого фрагмента призводить до появи на цьому місці пауз. Проте видаляти самі паузи не рекомендується — це може привести до найнепередбачуваніших ускладнень. У крайньому випадку ліпше паузи не видаляти, а "приховувати" — будьякий об'єкт в Sibelius можна приховати, виділивши його правою кнопкою миші та вибравши відповідну опцію у підменю "*Hide or show*".

Набір динамічних, технічних та інших позначок

Як і набір нот, набір різноманітних текстових позначок може здійснюватися в два способи. Можна спочатку обрати потрібну позначку, а потім вставити її мишею в потрібне місце (курсор миші при цьому в "забарвленому режимі") або ж, навпаки – спочатку виділити ноту або такт, в якому ця позначка повинна з'явитися, а потім вибрати й саму позначку (курсор миші при цьому не забарвлюється).

Більшість таких позначок знаходяться у меню *Create*. Перелічемо їх:

– *Bar*: меню створення тактів. Хоча програма автоматично створює такти відповідно до набору тексту, іноді виникає, наприклад, необхідність вставити пропущений такт десь усередині (...->single bar);

- *Barline:* меню тактових рисок (подвійних, реприз, "невидимих" і т.д.);

- *Chord diagram (К):* застосовується для гітарної музики;

- *Clef (Q):* ключі;

- Graphic: дозволяє вставити графічний файл;

- *Hilight:* кольорові підсвітки;

- *Key signature (К):* знаки біля ключа;

- *Line (L):* меню різноманітних ліній – ліг, вісімок, глісандо і т.п.;

– Rehearsal Mark (R): репетиційні знаки ("цифри"). Їх формат налаштовується у меню House style -> engraving rules -> Rehearsal Mark;

- Symbol (Z): меню символів – від фермат до орнаментики;

- *Text:* найбільш розгалужене меню, що містить наступні підменю:

○ *Expression (Ctrl+E)* – динамічні позначення, їх можна набирати як вручну, так і вибравши зі списку, що відкривається при натисканні правою кнопкою миші. Вони завжди ставляться *під нотами* й пишуться *курсивом*.

○ *Technique (ctrl+T)* – позначки технічного характеру. Як і попередні, їх можна вводити вручну або вибирати зі списку. Вони завжди ставляться *над нотами* і пишуться звичайним шрифтом;

о *Chord symbol (ctrl+K)* – позначення акордів, можна вводити вручну або вибирати зі списку;

○ Lyrics (ctl+L) – вокальні тексти. При їх наборі програма автоматична розставляє текст під відповідними нотами, важливо лише уважно ставити між складами "–", а між словами – пробіли. Якщо на один звук припадають різні слова (особливо часто практикується в італійській мові), то пробіл слід натискати, утримуючи *ctrl*;

• Other staff text – інші тексти, що набираються на нотних рядках – додаткові вокальні тексти (на той випадок, коли куплетів – декілька), аплікатура (fingering) та інші

Наступний блок місить: назву твору, підзаголовок, прізвище композитора, автора текстів, присвячення, темп (ctrl+T), позначення метроному та інші системні тексти, що поширюються на всю партитуру. Вони будуть також відображатись у кожній інструментальній партії.

Останній блок включає спеціальні позначки, наприклад, позначення багатотактових пауз, позначення розмірів великими цифрами і т.п.

– Time signature (T) – музичний розмір. Якщо розмір ставиться у середині твору, то програма може запитати, чи переписувати їй наступні такти твору. Відповідь "ні" призведе до невідповідності наступних тактів вказаному розміру.

– Tuplet – цей термін об'єднує в собі всі можливі фігури ритмічного поділу, такі як дуолі, тріолі тощо. Ритмічну фігуру можна задати як у цілочисловому значенні, так і у вигляді дробу. Наприклад, набравши 3:5, ми отримаємо тріоль замість п'яти відповідних тривалостей. У простих випадках можна використовувати скорочення ctrl+3 для тріолей, ctrl+4 для квартолей тощо. Інші опції дозволяють налаштувати її вигляд – наявність дужки, цифрової позначки тощо.

У наступних опціях меню *Create* можна створити рядки *ossia*, змінити транспозицію інструмента (наприклад, змінити кларнет В на кларнет А).

Ліги

Окремо слід також сказати про ліги. Англійська термінологія розрізняє фразувальні ліги (*slur*) та ритмічні ліги (*tie*). Фразувальні ліги слід набирати через меню ліній або ж просто, натискаючи клавішу *S*, попередньо виділивши послідовність нот, що слід об'єднати лігою. А ритмічні ліги, як і тривалості, набираються інструментом *Keypad*. Хоча зовнішньо різницю між цими типами ліг помітити важко, при озвучуванні різниця стане помітною одразу ж.

Якщо з клавіатури точно ввести лігу не вдалося, можна спробувати виділити її мишею та потягнути за квадратик, який вимальовується у кінці ліги. Можна також натисканням *пробілу* продовжити лігу до наступної ноти. У складних випадках, коли лігу слід провести через різні голоси або різні рядки, рекомендується ставити ліги, не прив'язуючи їх до конкретної тривалості. Тобто слід спочатку зняти виділення з певної ноти чи фрагмента (клавішею *esc*) і лише після того вже ставити лігу (натиснути *S*) – у цьому випадку ліга матиме червоний колір, її можна більш вільно рухати по всій партитурі.



Мал. 23 Меню Document setup

Форматування партитури

Для музиканта важливо, щоб партитура, перш за все, мала красивий вигляд. Sibelius має досить розвинутий алгоритм автоматичного ранжирування нотного тексту, проте, іноді потрібно вносити корективи вручну. Для цих потреб програма має набір інструменттів, що доступні в меню *Layout*.

Меню **Document** setup (мал. 23), що викликається сполученям клавіш CTRL+D, дозволяє встановити такі дру-

карські параметри як формат паперу, величину полів, а також шрифт, висоту нотоносців (*staff size*) – для камерних творів він буде більшим (~ 6–7 мм), а для симфонічних – меншим (~ 3–4 мм).

Важливі функції зосереджені у підменю **Break** та **Format** – тут можна встановити примусові розділи аколад або й сторінок чи навпаки – об'єднати певну кількість тактів в одну сторінку чи аколаду. Останні операції слід робити обережно, адже в цьому разі програма перестає слідкувати за розбірливим розташуванням інформації і при необачному використанні нотні рядки можуть "налізти" один на другий. Також окремо звернімо увагу на можливість вирівнювати різноманітні позначки по вертикалі (*Align in a column, ctrl+shift+C*) або по горизонталі (*Align in a row, ctrl+shift+R*).

Інші деталі

Іноді при наборі складних партитур виникає потреба в досить скрупульозних нюансах письма. Більшість із них доступні для коректування на панелі інструментів *Properties*, що відкривається через меню Windows. Вони класифіковані по різних вкладках цієї панелі, розглянемо їх стисло.

General – тут можна точно встановити положення тієї чи іншої ноти або позначки, користуючись відносною системою координат (X та Y).

Playback – ця вкладка призначена для редагування нюансів, пов'язаних із відтворенням матеріалу. Тут можна задати значення гучності та тривалості для кожної ноти окремо або частоту та інтервал трелі. Щоправда, редагувати в такий спосіб велику кількість нот досить незручно, тому якщо важливо добитися виразного виконання, то ліпше по закінченні набору зберегти файл у форматі MIDI і продовжити його редагування засобами секвенсерів.

Lines – тут можна підкорегувати форму ліг та інших продовжених об'єктів.

Bars – це додатковий інструмент для форматування, тут можна задати місце для розриву аколад або сторінок. Можна також "позбавити" нотний рядок ключа чи знаків біля ключа, а в разі повторюваних тактів – поставити позначки % (такти повинні бути порожніми).

Staves – тут обирається тип нотоносця, його дія поширюється на весь твір. Якщо ж потрібно змінити тип нотоносця всередині твору, слід скористатись меню *Create -> Other -> Staff type change*.

Notes – тут можна підкорегувати вигляд самих нот, наприклад, змінити вигляд нотних голівок або підтягнути ближче чи далі від ноти знак альтерації.

I, нарешті, ряд глобальних налаштувань доступно у меню *House style*. Це дуже розгалужене меню для досвідчених користувачів. Найкорисніші функції зібрані в підменю *engraving rules*, де можна, наприклад, вказати, яким чином писати назви інструментів на сторінках (вкладка *instruments*), а також варто відзначити меню *System object position*: де встановлюється, між якими саме рядками партитури пишуться загальні позначення – темпові, репетиційні знаки тощо.

Імпорт та експорт графіки

У разі, якщо в партитуру слід вставити якесь зображення, якого немає серед набору позначок або символів програми, таке зображення слід зробити в одному з графічних редакторів (для нескладних зображень може підійти й стандартна програма *Paint*) та зберегти його у форматі TIFF. Збережене зображення можна вставити в партитуру командою Create -> Graphics яка відкриває браузер, в якому слід лише вибрати потрібне зображення. Звертаємо вашу увагу на те, що зображення можна вставити лише у форматі tiff, до того ж в Sibelius немає можливості якимось чином відредагувати чи обрізати зображення, отже всі необхідні дії (в тому числі й підбір розміру зображення) слід виконати в графічних редакторах.

Експорт у графічний формат може бути корисним в тому разі, якщо фрагменти партитури слід вставити, наприклад, у текст доповіді або веб-сайту. Для цього слід виконати команду File -> export graphics, та вибрати у меню відповідний формат та номери сторінок, які потрібно зберегти; можна також зберегти вибрані аколади (selected systems) або весь файл (All).

Підключення VST платінів у версії 5.1

Головним нововведенням п'ятої версії *Sibelius* стала можливість підключати VST-інструменти. Для того, щоб цією можливістю скористатися, слід зробити наступне: перед початком роботи зайти у меню *Play -> Playback devices*, натиснути кнопку *audio engine options*, де призначити папку, в якій зберігаються ваші VST-інструменти. Після цього у вікні *Active devices* з'являться не тільки синтезатори вашої звукової карти, але й проінстальовані VST-інструменти, будь-який з них можна активувати, виділивши мишею та натиснувши *activate*.

Для призначення VST-інструментів, знов-таки, можна скористатися мікшером, який у 5-ій версії виглядає дещо інакше, наслідуючи програми багатоканального зведення — інструменти розташовані рядками по вертикалі, під кожним із них відкривається підменю, де можна налаштувати його звучання.

Призначення VST-інструментів значно збагачує можливості програми в плані озвучування матеріалу, хоча й нічого не додає, власне, для друкарських цілей. Використання та переваги VST-інструментів ми розглянемо далі.

Finale

Іншим нотним редактором, що безпосередньо конкурує із Sibelius є Finale. Хоча призначення цієї програми практично таке ж саме, як і Sibelius, ця програма значно відрізняється від попередньої принципами роботи. При інсталяції *Finale* можуть виникнути проблеми з відображенням музичних шрифтів – замість дієзів і бемолів відображатимуться незрозумілі закарлючки – це означає, що музичні шрифти слід проінсталювати окремо (наприклад, файлом MMFontSetup.exe).

Якщо у *Sibelius* є контекстно-залежне меню, то *Finale* відрізняється великою кількістю режимів, кожний з яких призначений для редагування лише йому властивих елементів. Почнемо, однак, зі старту проекту.

Старт проекту

Як і у випадку з *Sibelius* роботу з новим файлом можна почати з майстра нового проекту (Setup Wizard). Дії будуть такими.

1) Назва і автор твору, копірайт, а також формат паперу.

2) Вибір інструментів; потрібні інструменти слід перенести з середньої колонки у праву за допомогою кнопки Add.

3) Музичний розмір (Time signature) та розмір твору (Key signature).

4) Темп (позначення текстове та метроному) та, в разі потреби, затакт (pickup).

Загальний вигляд та меню програми

У Finale є два, а починаючи з версії 2007 – три режими перегляду нотного тексту, що обираються у меню *View*. Це – нескінченно довга нотна стрічка "*Scroll*", імітація партитурної сторінки "*Page*" і *Studio view*, що також являє собою нескінченну стрічку, однак, ліворуч додається вікно для налаштування звучання інструментів. Раде view може відображати лише одну сторінку, або декілька сторінок, якщо поставити галочку у меню *View -> show multiple pages*, номер відображеної сторінки фіксується в нижньому кутку вікна. Пересувати віртуальну сторінку можна й мишею, як в *Sibelius*, однак, для цього доведеться зайти в спеціальний режим *Hand grabber tool* (кнопка з намальованою долонею).

- ✓ Main Tool Palette
- ✓ Advanced Tools Palette
- Navigational Tools Palette
- Simple Entry Palette
 Simple Entry Rests Palette
 Smart Shape Palette
 Special Tools Palette
- ✓ Playback Controls
 Eile Toolbar
 Edit Toolbar
 ViewToolbar
- Options Toolbar MIDI Menu Toolbar Help Toolbar
- Layout Toolbar Vie<u>w</u> Percent Toolbar

Мал. 24 Вибір панелей інструментів Взагалі особливість цієї програми полягає в тому, що для кожного виду елементів нотного тексту або позначок програма має свій спеціальний режим. Наприклад, працюючи в режимі набору нотного тексту, неможливо поставити динаміку, а перейшовши в режим редагування динаміки неможливо редагувати нотний текст. Або, іншими словами, редагування того чи іншого елемента здійснюється лише в тому режимі, в якому він був поставлений.

Переключення режимів (а їх у програмі більше 60) доступні через меню *Tools (мал. 24)* або з панелей інструментів, які розташовуються, зазвичай, по верхньому та лівому краях. Програма має кілька таких панелей, будь-які з них можуть бути показані або приховані. Для вибору потрібних панелей слід клацнути правою кнопкою миші на панелях інструментів та поставити напроти потрібних панелей галочки.

При включенні того чи іншого режиму змінюється вигляд меню – між меню *Tools* та *Windows* додається ще одне меню, властиве тільки обраному режиму. Ми розглянемо послідовно всі панелі інструментів пізніше, а зараз звернемося до налаштувань MIDI та вводу нот.

Налаштовування MIDI-пристроїв

Всі необхідні налаштування слід зробити у MIDI -> MIDI setup (мал. 25).

MIDI Setup		x
MIDI In	MIDI Out	
Device: Аудио устройства USB	Device: SmartMusic SoftSynth 1	Match On/Off
Show <u>A</u> dvanced >>	OK Cancel SoftSynth Se	ttings Help

Мал. 25 Налаштування пристроїв вводу MIDI та відтворення звуку

У вікні MIDI-іп відображатиметься MIDI-клавіатура, а MIDI-out – синтезатори звукової карти, а також вбудований у програму синтезатор SoftSynth. Цей синтезатор використовує звуковий набір (*sound font*) synthgms.sf2, що розташований у директорії /Program Files/Finale 200x/Component Files і може бути використаний при потребі й в інших програмах або, навпаки, замість synthgms.sf2 можна використати інший набір, для чого слід натиснути клавішу SoftSynth Settings та обрати потрібний набір. Як і в *Sibelius* у програмі передбачена можливість відтворення MIDI-thru, тобто сигнал з вашої клавіатури буде

Trumpet in Bb		STOLE DELL	SM
Ato Saxophone		0	SM
Piano (a)		0	SM
PS01 - Keyboards ste	reo 🔽 🙆 📖	8	

Мал. 26 Мікшер програми Finale

не тільки записуватися програмою, але й, одночасно, поступати на відтворюючий пристрій. Для цього потрібно активувати відповідну опцію в меню MIDI.

Налаштування звучання окремих інструментів можна виконати або у режимі студійному, або викликавши мікшер у меню *Window (мал. 26)*, або список інструментів у тому ж меню.

Набір нотного тексту

Як і у Sibelius, нотний набір у Finale можна здійснювати як у реальному часі так і покроково. Набір у реальному часі тут називається *Hyperscribe*, його налаштування виконуються в меню *Hyperscribe* -> *Hyperscribe Options*. Галочка навпроти "tie across barlines" дозволить програмі лігувати ноти через тактову риску (в іншому разі, скільки б ви не тримали акорд натиснутим, програма "зніме" його у кінці такту й почне наступний такт із пауз). Вкладка Quant settings дозволяє обрати тривалості, до яких округлюватимуться всі зіграні вами ноти.

Перейдемо до покрокового режиму. У Finale існує два режими для вводу нотного тексту – "звичайний" (simple entry tool) та "швидкісний" (speedy entry tool). Обрати той чи інший метод можна, включивши відповідний режим на панелі інструментів. Почнемо зі звичайного.

"Звичайний набір"

При включенні цього режиму активується меню *simple*, де можна побачити всі перелічені доступні команди. Бажано також активувати панелі інструментів *simple entry palette (панель простого вводу)*, *(мал. 27)* та *simple entry rests palette (*панель простого вводу пауз).



Мал. 27 Панель простого вводу

При наявності MIDI-клавіатури набір нот слід здійснювати таким чином: на панелях простого вводу обирається тривалість, яку слід ввести, після чого на MIDI-клавіатури натискається потрібна нота. Вибрати ноту на панелі можна як мишею, так і з цифрової клавіатури, де:

8 = бревіс	6 = половинна	4 = вісімка	2 = 32-га
7 = ціла	5 = четвертна	3 = шістнадцята	1 = 64-та

Якщо потрібно ввести ноту з крапкою – спочатку обирається потрібна нота, а потім – крапка. Для введення паузи можна обрати відповідну паузу – в цьому разі будь-яка клавіша МІDІ-клавіатури спрацює як введення паузи, або ж обрати потрібну тривалість на нотній панелі, але замість клавіші МІDІ натиснути клавішу "0" на цифровій клавіатурі. Якщо МІDІ-клавіатури немає, то можна замість неї скористатися клавішами *A*, *B*, *C*, *D*.... відповідно до нот *ля, сі, до, ре*... У будь-який момент ми можемо повернутися до однієї з попередньо набраних нот стрілкою ліворуч та змінити її висоту стрілками вверх або вниз (у сполученні з клавішею *shift* – на октаву). Щоб змінити її тривалість з клавіатури, слід натиснути відповідну цифру в сполученні з клавішею *Alt*.

Знаки альтерації вводити або редагувати слід таким чином: обравши потрібну ноту можна натискати клавіші "+" або "–", причому програма не обмежить вас лише дубль-дієзом чи дубль-бемолем – ви можете альтерувати ноту на 3,5 тони, при цьому перед нотою вишукуються три дубль-дієзи і один дієз (або навпаки – бемолі). Енгармонічну заміну можна здійснити клавішою "\", а взяти знак альтерації у дужки – клавішою "P".

Для набору акордів слід послідовно додавати до відповідної ноти необхідні інтервали – додавання інтервалу зверху відповідними цифрами (від 1 до 8), а додавання знизу, так само, але утримуючи клавішу shift.

"Швидкісний набір"

Для швидкісного режиму одразу ж слід вирішити, чи буде використовуватися MIDI-клавіатура. Якщо так, то у меню *Speedy* слід встановити галочку на *Use MIDI device for input* (використовувати MIDI-пристрій для вводу), якщо ж ні – то прибрати галочку.



Мал. 28 Швидкісний набір Після включення режиму Speedy Entry Tool на нотоносці з'являється прямокутник, як зображено на малюнку 28. Цей прямокутник і є робочим полем для набору – його можна встановити у будь-якому такті, з якого слід починати набір. Це можна зробити або мишею, або пересуваючи його стрілками (для пересування прямокутника між нотними рядками – стрілками вверх чи

вниз, утримуючи *shift*). Подальші дії залежать від того, чи використовується MIDI-клавіатура. Якщо так, то слід спочатку натиснути на MIDI-клавіатурі потрібну клавішу, а потім, утримуючи її, на цифровій клавіатурі – потрібну тривалість (відповідність клавіш така ж як і при звичайному вводі). Якщо клавішу на MIDI-клавіатурі не натискати, а натиснути тільки цифру – з'явиться відповідна пауза.

У режимі **без МІDІ-клавіатури** програма працюватиме дещо інакше: замість утримання клавіш доведеться пересувати каретку посередині прямокутника вверх чи вниз, допоки вона не досягне потрібного місця на нотоносці, й тоді вже ввести певну тривалість з цифрової клавіатури. Пауза при цьому вводиться у два кроки – спочатку вводиться будь-яка нота, а потім натисканням клавіши *R* або *backspace* нота перетворюється на паузу.



Мал. 29 Попередження про перевищення розміру такту

В обох режимах у міру заповнення тактів, прямокутник автоматично переміщуватиметься в наступні, а от якщо ви спробуєте втиснути у такт більшу кількість нот, ніж дозволяє музичний розпрограма запропонує мір, один із таких варіантів: або залишити як є (тобто довжина такту не відповідатиме зазначеному розміру), скоротити останню тривалість або перенести ноту в наступний

такт (*мал. 29*). Останні два відрізняються лише тим, що якщо ви задали настільки довгу тривалість, що і в один такт вона не впишеться, то при третьому варіанті програма кілька разів запитуватиме вас, як вчинити, а при четвертому одразу ж залігує ноту на декілька тактів.

Знаки альтерації виставляються в такий же спосіб, як і при простому наборі. Звертаємо увагу на різну функцію клавіш *backpspace* та *delete – backpspace* просто вилучає ноту і залишає на її місті паузу, а от *delete* не тільки вилучає ноту, але й переміщує всі наступні ноти, що знаходяться в даному такті вперед, на те місце де була вилучена нота, в кінці такту при цьому можуть з'явитися паузи, яких не вистачає.

Набір акордів при "швидкісному" наборі здійснюється у такий спосіб – спочатку звичним способом набирається одна з нот акорду, потім каретка повертається назад (стрілка вліво) та зміщується на потрібний інтервал (стрілки вверх або вниз) і потім натискається клавіша *enter*. Звичайно це стосується того випадку, коли працюємо без МІDІ-клавіатури, бо з МІDІ-клавіатури можна ввести практично будь-який акорд. У режимі швидкісного набору також є можливість виконати особливі групування нот – для цього слід розмістити каретку на ноті, яку слід розгрупувати, або навпаки приєднати до групи, і натиснути клавішу "/".

Набір динамічних, технічних та інших позначок

Набір динамічних і технічних позначок, проставлення артикуляції, ключів та знаків біля ключа, ввід різноманітних текстів здійснюється в різних режимах, що представлені на головній та допоміжних панелях. Розглянемо головну панель. Повний перелік її інструментів та їх призначення показано в таблиці. Розглянемо їх.

Selection – цим інструментом можна виділити якийсь елемент партитури і, натиснувши клавішу *Enter*, перейти у відповідний режим редагування. На цьому його функціональність вичерпується.

ey Signature 🛛 🗙
F Minor Minor Key Minor Key Minor Key Minor Key Nonstanderd
C Measure 2 through 2
C Measure 2 through end of piece
Measure 2 to next key change
Transposition Options
O Transpose notes
Hold notes to original pitches Enharmonically
C Hold notes to same staff lines (modally)
Transpose all keys proportionally
Wrap keys If necessary
OK Cancel Help

Мал. 30 Вікно Key signature

Staff – інструмент для роботи з нотоносцем. Тут можна визначити – які елементи будуть, а які не будуть відображатися на нотоносці, визначити які з елементів на нотоносці будуть незалежними від інших, а також обрати тип нотоносця, водночас програма не обмежить вас лише п'ятьома лініями, а, на відміну від програми Sibelius, розширить поле вибору до 100 (!) лінійок.

Key signature – інструмент для роботи зі знаками біля ключа.

У діалоговому вікні можна уточнити: з якого по який такт діятимуть знаки, чи здійснювати транспонування усіх нот, а якщо не транспонувати, то чи здійснювати

їх енгармонічну заміну (*мал. 30*). При виборі знаків програма не обмежить вас лише 24 тональностями, і обравши варіант *Nonstandart...*, ви відкриєте для себе широке поле для експериментів.

lime Signature	2
0	<u>C</u> omposite <u>O</u> ptions <<
	Number of Beats: 🔳 📄 🕨
	Beat Duration: 🔳 📄
Measure Region	Rebar music
C Measure: 3 through: 3	
C Measure: 3 through end of piece	
• Measure: 3 to next time change	OK Cancel Help
🔲 Use a Different Time Signature for Display	
	Composite 🔲 <u>A</u> bbreviate

Мал. 31 Вікно Time Signature

Тіте signature – інструмент для роботи з музичним розміром (*мал. 31*). У верхньому кутку двома повзунками можна задати кількість та значення долей. Кнопка *composite*...дозволяє набирати складні музичні розміри, а галочка Use a Different time signature for display дозволить вам відображати один розмір, а писати зовсім в іншому. Галочка у віконці *rebar music* означає, що всі наступні такти будуть переписані відповідно до нового розміру. В іншому випадку наступні такти не переписуватимуться, а відтак, не відповідатимуть зазначеному розміру.

F	Selection (вибір об'єкта)
6	Staff (налаштування нотоносців)
1 ^b	Key signature (знаки біля ключа)
4	<i>Time signature</i> (музичний розмір)
9:	<i>Clef</i> (ключі)
	Measure attributes (ширина тактів і тактові риски)
<u></u>	Simple entry (простий набір нот)
đ	Speedy entry (швидкісний набір нот)
*	<i>Hyperecvibe</i> (набір нот у реальному часі)
<u>in</u>	<i>Tuplet</i> (тріолі і т.п. фігури)
5	Smart shape (ліги та інші подовжені об'єкти)
3	Articulation (артикуляційні позначки)
mf	<i>Expression</i> (динамічні, технічні та ін. знаки)
	Repeat (репризи)
CM7	<i>Chord</i> (позначення акордів, табулатури)
	<i>Lyrics</i> (вокальні рядки)
A	<i>Text</i> (текстові фрагменти)
	Massedit (виділення фрагментів)
9/0	Note size (розміри нот)
10	



Мал. 32 Встановлення ключа всередині такту

Clef – інструмент для роботи з ключами. Тут програма робить різницю між ключами, що встановлюються з початку такту й тими, що встановлюються посеред такту. В іншому випадку над ключем з'явиться маленький квадратик, за який ви можете вхопити мишею та перемістити ключ у потрібне місце (*мал. 32*). *Measure attributes* – інструмент для роботи з **шириною тактів і тактовими рисками**. При активуванні цього режиму над кожною тактовою рискою з'являються квадратики – за ці квадратики можна вхопити мишею і тягнути їх, довільно змінюючи ширину такту.

Двічі клацнувши по заданому такту, ви відкриєте діалогове вікно, в якому вказується номер такту, що редагується, представлені кілька різновидів тактових рисок, а також кілька опцій, що пов'язані з ранжируванням – ширину такту можна задати точно. Корисною також є можливість розірвати після заданого такту нотний рядок – для цього слід встановити галочку на *Begin a new staff system*.

Наступні три інструменти призначені для вводу нот, ми їх вже розглянули.



Мал. 33 Створення особливих фігур ритмічного поділу

Tuplet – інструмент для створення особливих фігур ритмічного поділу (*мал. 33*). Щоб активувати цей інструмент, слід один раз клацнути мишею на тій ноті, яка повинна стати першою в ритмічній фігурі. У вікні ліворуч задається кількість та значення долей, які мають зайняти місце долей, кількість і значення

яких задані праворуч. Решта опцій визначають особливості написання ритмічної фігури – наявність дужки, цифри тощо.

Smart shape – при вході в цей режим відкривається панель, що містить набір різноманітних ліній – артикуляційних ліг, вилок, трелів і т.д. Щоб скористатися цим інструментом, слід обрати потрібну фігуру, клацнути мишею двічі в тому місці, де ця фігура має розпочатися й тягнути її у міру потреби. Водночас, навколо лінії з'являтимуться маленькі квадратики й ромбики – зачепивши їх мишею, можна довільно змінювати розташування або форму фігури.

Articulation – клацнувши мишею над певною нотою, ви побачите вікно із набором різних артикуляційних позначень. Якщо натиснути кнопку *edit* – відкриється вікно, в якому можна редагувати позначки. Кнопки *Main*... та *flipped* дозволяють обрати варіанти відображення того чи іншого знаку на той випадок, коли він знаходиться над нотою або під нотою.
Articulation Designer	
Articulation: 10	Γ.
Symbols	
Main	Elipped
Symbol Options	
When Placed Above a Note, Use The:	Main Symbol 💌
When Placed Below a Note, Use The:	Flipped Symbol 💌

Мал. 34 Налаштування артикуляційниз позначок

Expression – клацнувши мишею у потрібному місці партитури, ви побачите вікно із набором різноманітних динамічних, технічних та темпових позначок, а також репетиційних знаків (*мал. 34*). Всі вони об'єднані в одному списку. Натиснувши кнопку *Edit*, ви отримуєте можливість редагувати будь-яке з позначень. Щоб поставити обраний знак слід натиснути кнопку *Select*.

Repeat призначений для встановлення у творі реприз, форм Da Саро тощо.

Chord призначений для написання позначень і табулатур гітарних акордів. Акорд можна ввести вручну (*Chord -> manual input*), з MIDI-клавіатури (*Chord -> MIDI-input*) – програма сама проаналізує взятий на MIDI-клавіатурі акорд, або ж, можна запрограмувати автоматичний підбір гармонії, проаналізувавши один, два, або всі нотні рядки (...*Analysis*).

Lyrics призначений для вводу вокального тексту. Текст можна вводити безпосередньо в партитуру (*Lyrics -> type into score*) або спочатку у вбудований текстовий редактор (*Lyrics -> Edit text...*), водночас, в нижньому вікні можна вказати до якого куплету відноситься даний текст. Якщо куплетів декілька – програма автоматично розмістить тексти один під другим. Якщо слова повторюються, можна скористатися "клонуванням" (*Lyrics ->Clone text*), тобто перемістити мишею текст з одного фрагмента в інший.

Text дозволяє вводити довільні тексти. Від *Expression* він відрізняється тим, що не впливає на звучання твору. Зате цей інструмент дозволяє генерувати поточний час (*Text -> Inserts -> time*), вставляти інформацію про твір і тому подібне.

Редагування великих фрагментів партитури

У *Finale* також є можливість вибирати довільні фрагменти нотного тексту і застосовувати щодо нього глобальні редагування. Щоправда, для цього доведеться зайти в спеціальний режим – *Mass Edit*.

За замовчанням, цей інструмент виділяє лише цілу кількість тактів, якщо ж потрібно виділити частину такту, слід поставити галочку

в меню *Edit -> Select Partial Measures*. Можливості інструмента досить багатоманітні.

Стандартними засобами Windows можна копіювати, вирізати та вставляти фрагменти. Для цього використовуються клавіші ctrl+C, ctrl+X та ctrl+ відповідно.

Командою *Clear items* можна очистити фрагмент від певної категорії позначок (наприклад, динамічних або артикуляційних), необхідні лише потрібно позначити галочками.

Можна змінити **тривалості** (->*Change* -> *Note durations*) або **розміри** (-> *Change* -> *Note size*) нот, або ж **нотні голівки** (->*Change* -> *Noteheads*) В усіх подібних випадках через діалогове вікно програма записує, що саме треба змінити і на що змінити. При зміні нотних тривалостей програма перемістить усі ноти, що з'являться після змінених на відповідну тривалість. Якщо при цьому буде проставлена

галочка *rebar music*, переміщення торкнуться всіх наступних тактів, якщо ж галочка знята — наступні такти лишатимуться незмінними, щоправда, якщо зміна тривалостей робилася у напряму їх збільшення, може виявитися накладка. Наприклад, *на малюнку 35-а* в першому такті вісімка була перетворена на половинку, результат ми бачимо *на малюнку 35-б*.



б) Після зміни тривалостей

Rebar music – ця опція призначена Мал. 35 Накладення тривалостей на той випадок, коли зазначений розмір

тактів не відповідає фактичному. Така ситуація може трапитися при швидкісному наборі нот.

Rebeam music – виправляє **групування нот** у відповідності до заданого розміру. Особливо корисна опція *Rebeam to lyrics*, що здійснює групування у відповідності до вокального тексту

Utilities – тут зібрані різні інструменти для виправлення помилок, наприклад, заповнення тактів паузами, де їх бракує.

Apply articulation застосовується в тому випадку, коли до всіх нот заданої тривалості треба поставити артикуляцію. У вікні *articulation* обирається номер штриху (якщо ви раптом забули, під яким номером знаходиться потрібний штрих, натисніть кнопку *Select* і оберіть його зі списку). У наступній секції ви можете або вибрати застосування штриху до усіх нот, або ж тільки для тих, що мають три-

валість у певних межах (*на малюнку 36* – тільки від четвертної до шістнадцятої тривалості).

Apply Articulation	
Articulation: 1 Select	t
Apply Articulation To	
C All notes	
• Notes within the range of	durations
From (Shortest Note):	1011 • J J D 🕞 🤌 🎉 · 256 EDUs
Through (Longest Note):	III • J J ♪ ♪ ♪ ♪ ♪ 1024 EDUs

Мал. 36 Застосування штриху до ряду нот

Transpose – ця функція дозволяє **транспонувати** фрагмент на заданий інтервал вниз або вверх, хроматично або ж діатонічно. Увімкнувши галочку *preserve original notes*, можна зберегти первісні ноти, а транспонований матеріал просто накладеться на них.

Форматування партитури

Додаткові можливості інструмента *Mass edit* пов'язані з форматуванням нотного тексту. Розглянемо їх.

Music spacing здійснює автоматичне ранжирування нот. Наприклад, при швидкісному наборі в цій програмі може виникнути ситуація, коли ноти виглядатимуть абсолютно нерозбірливо, як показано на *малюнку 37*:



Мал. 37

Застосування цієї функції дозволить виправити ситуацію (мал. 38):



Мал. 38

Програма має три алгоритми ранжирування, найліпші результати, зазвичай, дає *note spacing*, хоча остаточне рішення повинно бути за експериментом. *Lock system* "заморожує" розподіл тактів по аколадах на вибраній ділянці партитури. *Unlock system* скасовує дію попереднього. *Fit music* дозволяє задати обов'язкову кількість тактів на рядок.

Якщо цих інструментів для досягнення якісного результату виявилося мало, скористаймося іншими.

Tools -> Measure – ми вже розглядали цей інструмент, лише нагадаємо, що це зручна можливість підігнати ширину тактів вручну.

Tools-> Advan-ced tools -> Note position – цей інструмент на додатковій панелі дозволяє вручну корегувати положення кожної ноти.



Мал. 39 Корегування положення нот

При його активації над кожною нотою з'являються квадратики (*мал. 39*). Слід клацнути мишею у потрібному такті та пе-

ремістити ноти, потягнувши їх за квадратики. Поруч на цій же панелі є інструмент для підтягування нотних голівок, а четвертий з краю (*Accidental mover*) – інструмент для підтягування знаків альтерації.

Імпорт та експорт графіки

Імпорт та експорт файлу в графічний формат у програмі здійснюється в режимі *Tools -> Advanced tools -> Graphics*. За допомогою цього меню можна вставити будь-яке зображення в партитуру (команда *Graphics -> Place graphics*) або ж навпаки, зберегти сторінки партитури в графічному форматі (команда *Graphics -> export pages*).

Крім того *Finale* має власний інструмент генерування графічних зображень – "*Shape Designer*". Для запуску цього інструмента слід включити режим *Expression*, двічі клацнувши лівою кнопкою миші в тому місці партитури, де об'єкт буде розташовано, перемкнути кнопку в позицію *shape*, потім натиснути *create* у вікні, що відкриється – *select*, і далі *create* – щоб згенерувати нову, або *edit* – щоб відредагувати існуючу форму. У такий спосіб можна, не застосовуючи зовнішніх графічних редакторів, "намалювати" в партитурі практично будьяку нестандартну позначку.

Питання для самоперевірки

• Сформулюйте відмінність нотних редакторів від інших музичних комп'ютерних програм

• В які формати можна експортувати файл, створений у нотних редакторах?

Завдання для самостійної роботи

• Набирати в нотних редакторах Sibelius та Finale нотний текст, запропонований викладачем (рекомендується пропонувати нотні тексти за їх ускладненням).

• Вставити фрагмент нотного тексту в документ Microsoft word шляхом експорту файлу в графічний формат.

Тема 7. Звукові редактори

Наступний клас програм, який ми розглянемо – це звукові редактори, тобто програми, що дозволяють працювати, власне, зі звуком, а точніше його представленням у цифровій формі. Звук в аудіоредакторах представляється у вигляді ланцюга хвиль, ідентичних за формою акустичним хвилям.

Розрізняють основні й додаткові можливості звукових редакторів. Основними вважаються запис та відтворення звуку, а також здійснення монтажу. Додатковими можливостями є застосування різноманітних звукових ефектів, що реалізуються за допомогою інтегрованих або під'єднувальних модулів.

Ще раз наголосимо на різниці між цифровою та аналоговою обробкою звуку. Якщо аналогова обробка являє собою суто фізичний процес – ті чи інші перетворення звукового сигналу досягаються складними ланцюгами різноманітних електричних пристроїв, при цьому якість обробки значною мірою залежить від якості використаних пристроїв, то цифрова це, переважно, логічний процес, вона задається тими чи іншими математичними алгоритмами роботи з двійковим кодом, в якому представлена звукова хвиля. Редагування великих обсягів музичного матеріалу може потребувати мільярдів математичних операцій над двійковим кодом – ось чому виконання деяких завдань розтягуються на кілька хвилин. Ми не станемо зупинятися на математичних алгоритмах обробки звуку (у звичайній практиці аранжувальників такої потреби не виникає), а перейдемо безпосередньо до практичного їх застосування. На сьогоднішній день існує доволі багато звукових редакторів, серед них – *Pro Tools, Sound Forge, Adobe Audition, Wave Lab, Samplitude* та інші. Ці програми мають схожі базові принципи роботи, тому нам представляється логічним спочатку розглянути їх сутність і після того перейти до розгляду окремих програм.

Огляд звукових ефектів

Будь-який звуковий редактор пропонує нам набір звукових ефектів, покликаних тим чи іншим чином змінити характеристику звуку, а також набір інструментів для аналізу характеристик звуку. Хоча в різних програмах набори ефектів можуть відрізнятися, а також відрізняється інтерфейс програм, розглянемо спочатку основні звукові ефекти, що зустрічаються практично в усіх звукових редакторах.

За принципом дії ці ефекти можна умовно класифікувати в такі групи:

- Амплітудні ефекти (Amplitude effects)
- Ефекти фільтрації звуку (Filtering)
- Ефекти лінії затримки (Delay effects)

Амплітудні ефекти

Амплітудні ефекти (*Amplitude*) покликані змінювати амплітуду звукових коливань і, відповідно, гучність звуку.

Найпростішим амплітудним ефектом є підсилення звуку (*amplifying*), цей ефект підсилює або послаблює звук на задану кількість децибел (дБ). Слід мати на увазі, що у звукових редакторах використовується умовна шкала гучностей, за якою максимальне значення дорівнює 0 дБ. Будь-яке перевищення цього значення програма автоматично прирівнює до 0 дБ, тому при надмірному підсиленні максимальні значення амплітуди "обрізаються" і спостерігається перекручування звукової хвилі (*мал. 40*):



Мал. 40 Сигнал, спотворений внаслідок перевищення максимального рівня амлітуди

Мінімальні значення теоретично сягають мінус нескінченності (абсолютна тиша), проте на практиці обмежуються з одного боку особливостями нашого сприйняття, з іншого – роздільною здатністю АЦП. Оскільки різниця між больовим порогом (130-140 дБ) і середнім рівнем міського шуму (30-50дБ) сягає приблизно 100 дБ, причому на рівні больового порогу музику слухати не рекомендується, то відповідно й корисний амплітудний мінімум звукозапису обмежується рівнем –80...–100 дБ (враховуючи, що максимум – 0 дБ). З іншого боку мінімальна амплітуда обмежена роздільністю аналоговоцифрового перетворення та похибками квантування. Згадаємо, що дитеринг (про які йшла мова раніше), додає до корисного сигналу шум на рівні близько -93 дБ, а відтак зі зменшенням амплітуди до цієї величини будь-які операції над звуком просто втрачають свій сенс.

Нормалізація (normalize) – по суті цей ефект аналогічний підсиленню. Особливість полягає в тому, що програма аналізує весь звуковий файл (або заданий фрагмент) і підсилює його рівно настільки, щоб максимальне значення амплітуди відповідало заданому. Як правило, файли нормалізують до 100% (тобто до найгучнішого значення, або 0дБ), хоча аудіоредактори передбачають можливість нормалізації до будь-якого іншого значення, в тому числі й більше 100 % (однак у цьому випадку виникатимуть перекручення).



б) Фрагмент після обробкиМал. 41 Дія ефекту fade out

Затухання та поява звуку (fade out та fade in) – це ефекти поступової зміни амплітуди звуку. Найчастіше застосовується в кінці композиції, а також при монтажу. Деякі програми дозволяють налаштувати не тільки час затухання, але й форму.

Дія ефекту унаочнюється на *малюн*ку 41. Верхній фрагмент – вихідний, перед обробкою, нижній – із затуханням наприкінці (*fade out*).

Динамічна обробка звуку

Складнішим різновидом амплітудної обробки є динамічна обробка, що полягає у зміні динамічного діапазону композиції. Найбільш розповсюдженим і "класичним" типом динамічної обробки є компресія звуку, яка стискає динамічний діапазон композиції, при цьому тихі звуки підсилюються, а гучні – послаблюються. Пристрій, який здійснює компресію звуку, називається компресором. Розглянемо його роботу детально.

Компресію звуку не слід плутати зі стисненням звукових даних, хоча англійською мовою обидва терміни пишуться однаково! Якщо стиснення звуку зменшує обсяг даних, однак уникає впливу на якість звучання, то компресія, навпаки – має на меті саме зміну якості звучання; на обсяг даних компресія не впливає.

З одного боку, компресія звуку зручна для прослуховування аудіо в домашніх або, тим більш, дорожніх умовах, коли рівень навколишніх шумів просто унеможливлює сприйняття значних динамічних контрастів. З іншого боку, сучасна поп-музика майже не розглядає динаміку як засіб музичної виразності і тут компресія застосовується для досягнення більшої рівності, або "щільності" звучання.



Мал. 42 Графічне представлення компресора

Компресія звуку має ряд важливих параметрів, які зручно представити на графіку (мал. 42), в якому по горизонталі відкладено амплітуду вхідного сигналу (*input*), а по вертикалі – вихідного (*output*). Водночас, основними параметрами стають *nopiг* та коефіцієнт компресії.

Поріг (*Threshold*) визначає рівень, при досягненні якого компресор почне обробляти сигнал. Наприклад, значення порогу – 4 дБ означає, що компресор оброблятиме сигнал, якщо його рівень досягне значення -4 дБ.

Коефіцієнт (*Ratio*) визначає, як компресор впливає на сигнал. Наприклад, коефіцієнт 2:1 означає, що якщо сигнал перевищить поріг, то це перевищеня повинно бути зменшене удвічі. Якщо рівень сигналу перевершує заданий на 1 дб, то після компресії, він буде перевищувати поріг тільки на 0,5 дб. Оскільки при проходженні через компресор, загальний рівень сигналу, як правило, зменшується, для компенсації застосовується загальне підсилення сигналу (Gain). Рівень сигналу на виході при цьому підсилюється на задану кількість децибел.

Іншими параметрами є Атака (Attack) та Затухання (Release). Атака визначає, як швидко компресор почне обробляти сигнал, а затухання задає тривалість обробки сигналу після його початку (мал. 43). Обидва параметра задаються у мілісекундах. Компресія із доволі великим значенням затухання (порядку 200-500 мс) іноді використовується як специфічний прийом у деяких напрямах електронної танцювальної музики.



Сучасні компресори мають нерідко ряд суттєвих вдосконалень. Зокрема, нерідко в компресорі передбачена можливість здійснювати компресію лише в заданому діапазоні звукових частот. У такому разі задається нижня й верхня межа дії діапазону частот. Частотні складові, що виходять до заданого діапазону, компресії не піддаються. Багатосмугові компресори дозволяють окремо обробляти декілька частотних смуг, при цьому параметри компресії для кожної смуги частот задаються окремо.



Мал. 44. Компресія з 4-ма порогами



Мал. 45. Лімітер (на рівні -12 дБ)



Мал. 46. Ной-гейт, сигнали слабкіші з а -20 дБ зрізані

Інші види динамічної обробки

Параметри компресії можуть задаватися й більш гнучко. Наприклад, крива на представленому графіку (мал. 44) має 4 пороги, після кожного порогу коестиснення збільшується. фіцієнт B принципі ж, цій кривій можна надати практично будь-яку форму, навіть таку, при якій коефіцієнт стиснення набуватиме від'ємних величин (тобто при зростанні амплітуди вхідного сигналу, ампвихідного зменшуватиметься). літуда Звичайно, доцільність такої обробки може бути поставлена під сумнів, проте експериментаторам варто узяти й таку можливість на озброєння.

Іноді виникає необхідність просто обмежити динамічний діапазон певним рівнем та привести до нього усі сигнали, що його перевищують. Тоді коефіцієнт стиснення дорівнюватиме нескінченості (*мал.* 45– горизонтальна лінія), а пристрій називатиметься **лімітером** (*limiter*). Значно рідше виникає необхідність збільшити динамічний діапазон запису. У такому разі використовується експандер.

Нарешті, іноді доцільно просто вирізати усі дуже тихі фрагменти запису (наприклад, шуми, викликані недостатньою якістю запису). Динамічна обробка за відповідними параметрами називається **Нойз-гейт** (*Noise Gate*, дослівно – шумова заслінка, *мал. 46*). Параметри *attack* та *release* налаштовують для того, щоб

при поступовій появі або затуханні звуку перехід до зони вирізання шумів відбувався плавно.

Лінії затримки

Наступний ряд ефектів заснований на накладеннях первісного сигналу самого на себе із деякою затримкою. Величина цієї затримки, а також кількість та інтенсивність накладень мають вирішальне значення для характеру ефекту й тому розрізняють декілька різних ефектів.

Луна (exo, echo) – у цьому разі затримка сигналу достатньо велика (не менше 0,1 с) і кожне повторення звукового сигналу розбірливо сприймається нашим вухом. У природі луна найчастіше спостерігається в гірській місцевості, в каньйонах, на узліссях – там, де звук може відбиватися від об'єктів, розташованих на достатньо далекій відстані (згадаємо, що швидкість звуку складає близько 340 м/с і для того, щоб луна досягла нас, наприклад, через секунду, об'єкт мусить бути віддаленим на 170 метрів).

Цифрові ефекти можна налаштувати доволі тонко. Наприклад, модуль у програмі Adobe Audition дозволяє встановити час затримок (delay), інтенсивність першого (decay) та наступних відбитих сигналів (initial echo volume). Усі параметри можна задати незалежно для лівого й правого каналів. Програма Sound Forge пропонує модуль як Multitup delay, що дозволяє налаштувати час та інтенсивність кожного відбиття сигналу.

Реверберація (reverb) – у цьому разі відбиття сигналу слідують одне за одним настільки часто, що наше вухо сприймає їх як нерозривний звуковий "шлейф", який виникає за кожним звуком, навіть якщо перший відлунений сигнал приходить з достатнім запізненням. У природних умовах ми спостерігаємо цей ефект у приміщеннях, коли звук багаторазово відбивається від стін і зливається в протяжний звуковий слід, причому, чим більше приміщення, тим довше звук буде відбиватися від його стін і тим довшою буде реверберація.

Модулі реверберації, як правило, задають час ранніх відлунь сигналу та загальний час реверберації. Часто реверберація обумовлена характером приміщення (концертний зал, велика кімната...), необхідні параметри при цьому прописані в програмі.

Хорус (*chorus*) – у цьому разі затримка сигналів є настільки невеликою, що результатом є не стільки відлуння, скільки потовщення звукової маси, тобто наслідком затримки стає зміна *тембральних характеристик*. Класичним прикладом хорусу в звичайних умовах є гра групи скрипок в оркестрі або спів хорової партії.

При хорусі, як правило, використовують накладення дещо видозмінених за частотою сигналів, тому первісний сигнал ніби "розмивається" не тільки в часі, але й у висоті. При певних налаштуваннях цифрових модулів хорус може дати доволі неочікувані ефекти, що змінюють сигнал до невпізнанності.

Фленжер (*flanger*) – як і хорус, цей ефект утворюється при дуже малій затримці сигналу – не більше 20 мс, що має результатом зміну *тембру* сигналу. При фленжері додаються лише два сигнали, а час затримки доданого сигналу перебуває в постійній зміні. Ця постійна зміна й обумовлює специфіку ефекту. Іншими словами, сигнал, що додається, то розтягується, то стискається в часі таким чином, що при додаванні його до вихідного картина щомиті змінюється – різні частоти поперемінно то співпадають по фазі, то знаходяться у протифазі. У свою чергу це обумовлює постійні коливання інтенсивності різних частотних складових звуку, звук наче "пливе", переходячи з одного каналу в інший, то вияскравлюючись, то пом'якшуючись.

Фейзер (phaser) – цей ефект подібний до фленжеру, проте тут мова йде про ще меншу затримку. Фактично фейзер працює з фазовими зсувами затриманого сигналу по відношенню до первісного, звідки й назва. У результаті, при обробці сигналу з гармонічними обертонами відчувається лише зміна інтенсивності та просторової локалізації звуку. Натомість, при застосуванні фейзеру до шумових сигналів ефект нагадує періодичне глісандування. Максимум частотної характеристики в кожний заданий момент визначається тим, які з частотних складових у цей момент співпали по фазі.

І фленжер, і фейзер у природі практично не зустрічаються, тому їх використання створює суто "синтетичний ефект", що знайшов своє пристосування в техно та інших напрямах електронної музики.

Фільтрація звуку

Одна з найважливіших характеристик звуку – його тембр – визначається формою звукових коливань. Найпростішою формою коливань є синусоїда, таку форму мають прості тони. Однак більшість звуків, як у природі, так і в музичній практиці, мають складну форму коливань, яку розглядають як суму простих. Ми вже наводили приклад скрипкової струни, яка коливається одночасно повністю та частинами, в результаті чого її звук містить цілий спектр частот. При цьому основний тон, утворюваний коливанням цілої струни, визначає висоту звуку, а гармоніки – тембр.

При використанні звукової апаратури нерідко виникає потреба відкорегувати тембр. Це можливо зробити за допомогою спеціальних

пристроїв, які називаються фільтрами. Іншими словами, звукові фільтри підсилюють або послаблюють задані смуги частот, змінюючи тембр звуку.

Вважається, що будь-яке коливання можна представити як суму простих коливань. У математиці такий спосіб представлення сигналу називається *розкладанням у ряди Фур'є*. У музичній практиці звукорежисерам нерідко доводиться стикатися з, так званим, *швидким перетворенням Фур'є* (скорочено – FFT, *Fast Fourier transform*) – алгоритмом, який дозволяє достатньо швидко представити звук як суму простих коливань. Виконання перетворення Фур'є являє собою досить складну послідовність математичних операцій²² і тому широко застосовуватися у музичній практиці стало лише в останні роки з появою потужних процесорів. В *аналоговому* ж устаткуванні фільтри являють собою коливальні ланки, що складаються з котушок індуктивності та конденсаторів або їх аналогів.

Основним параметром будь-якого фільтра є його амплітудночастотна характеристика (АЧХ), яка й визначає характер обробки частот. За цією характеристикою усі фільтри мають чотири різновиди:

– низькочастотний фільтр (*low-pass*), пропускає нижні частоти та заглушує (загороджує) верхні;

– високочастотний фільтр (*high-pass*), пропускає верхні та заглушує нижні;

– смуговий (*band-pass*), пропускає частоти, що лежать у заданій смузі частот і заглушує ті, що лежать поза цією смугою;

– режекторний (*notch*), заглушує частоти, що лежать у заданій смузі частот, пропускаючи ті, що лежать поза цією смугою.

Роботу цих фільтрів ілюструє малюнок 47.

Частота зрізу – параметр, який вказує, з якої саме частоти починається зріз у низько- або високочастотному фільтрі. У режекторному та смуговому фільтрах частота зрізу позначає центральну частоту смуги пропускання або заглушення, окремий параметр позначає ширину цієї смуги (*bandwidth*). Слід мати на увазі, що "ідеальний" фільтр, який би раптово переходив від смуги пропускання до смуги

²² Докладний математичний опис, а також особливості застосування перетворень Фур'є в акустиці можна знайти у книзі Ю. та Р. Петелиных Музыкальный компьютер.Секреты мастерства

загородження реалізувати практично неможливо. Цей перехід відбувається досить плавно (на *малюнку* 47 – низхідні та висхідні криві).



Тому важливим параметром є також крутизна зрізу (slope), яка визначає, наскільки швидко відбувається цей перехід. Наприклад, крутизна низькочастотного фільтра з частотою зрізу 5 кГц в 12 дБ на октаву означає, що частоти 10 кГЦ будуть ослаблені на 12 дБ, 20 кГц – на 24 дБ і т.д.

На практиці часто використовують системи з кількох фільтрів, які називають **еквалайзерами.** Така система дозволяє досить гнучко підібрати потрібну амплітудно-частотну характеристику.

Нарешті, сучасні цифрові технології пропонують, так звані, **FFT-фільтри,** тобто фільтри, алгоритм дії яких заснований на швидких перетвореннях Фур'є. Ці фільтри найбільш гнучкі у використанні точність частоти зрізу задається з точністю до Герца і крутизна зрізу майже не обмежена. Такий фільтр особливо корисний для шумопригнічення, а також вирізання небажаних потріскувань, клацань і навіть, іноді, невірно взятих музикантом нот.

Інші ефекти

Відзначимо також такі ефекти як звуковисотний зсув (*pitch shift*) та розтягнення часу (*time stretch*). З технічної точки зору досить легко досягти одночасної зміни висоти звуку та тривалості – це робиться простою підстановкою частоти дискретизації. У цьому разі ефект нагадує програвання платівки чи касети з іншою швидкістю. Технічно

значно складніше транспонувати звук, не змінюючи швидкості відтворення, або, навпаки – змінити швидкість, не змінюючи звуковисотність. Хоча сучасні аудіоредактори і дозволяють здійснювати такі операції, якість звуку при цьому, як правило, страждає, причому, чим значніший зсув, тим помітніше викривлення.

На практиці подібні ефекти застосовуються, наприклад, при запису недосвідченого вокаліста, який припускається фальшивих нот. Один із плаґінів – *melodyne* ми розглянемо пізніше в окремому розділі.

Sound Forge

Першою з аудіоредакторів ми розглянемо програму Sound Forge – це, свого роду, класичний аудіоредактор, що розробляється японською компанією SONY. На момент написання цих рядків випущено 9 версій програми і тут ми будемо спиратися на останню, 9-ту версію.

Програма підтримує файли формату wav, aiff, а також стиснені формати mp3 та ogg. Підтримуються файли з будь-якою частотою дискретизації, від 2кГц до 192 кГц, якщо, звичайно, вони підтримуються вашою звуковою картою.

Загальний вигляд програми

При відкритті аудіофайлу (відкривається, зазвичай, через меню File) робоче вікно програми (*мал. 48*) представляє зображення усієї послідовності звукових хвиль, по вертикалі, при цьому відкладається амплітуда звукового сигналу (у дБ або відсотках), а по горизонталі – час (у секундах, сем плах або фреймах).



Мал. 48 Робоче вікно програми Sound Forge

Для переключення одиниць амплітуди або часу слід натиснути правою кнопкою миші на відповідній смузі зі шкалою та вибрати зручні одиниці. Зачепивши лівою кнопкою миші цю шкалу і потягнувши її, можна пересуватися вверх та вниз, або вгору та вправо в нашому звуковому фрагменті. У нижньому лівому та правому кутках вікна розташовані кнопки "+" та "–", які дозволяють змінювати масштаб відповідно по вертикалі або горизонталі.

Відтворення та запис

Зазвичай, для відтворення музики від позиції курсору натискають клавішу *пробіл*. Повторне натиснення пробілу зупиняє програвання й курсор повернеться на вихідну позицію, також зупинити програвання можна клавішою *enter*, курсор тоді залишиться на місці зупинки. Аналогічні операції можна виконувати за допомогою панелі відтворення (*мал. 49*):



Мал. 49

Поруч зі стандартними кнопками, тут є й доволі специфічні. Друга кнопка – *Loop Playback* переключає програму в режим безкінечного відтворення виділеного фрагмента (відтворюється тільки "петля"). Третя кнопка програватиме файл від початку й до кінця, а четверта – від положення курсору і тільки виділений фрагмент.

Що стосується найпершої кнопки – запису, то програма може записувати як сигнал з мікрофона, так і будь-який інший звук, наприклад, власних синтезаторів або потокового аудіо, налаштувати ж джерело звуку слід у драйвері аудіокарти.

Найпростіші прийоми редагування

Представлена панель (*мал. 50*) пропонує простіші прийоми редагування.





Ця панель містить стандартні інструменти для відкриття та збереження файлів (у програмі працюють і стандартні сполучення клавіш Ctrl+O, ctrl+S), доволі специфічна опція "опублікування файлу" дозволяє розмістити своє творіння на сервері ACIDplanet.com.

Далі йдуть кнопки для таких стандартних операцій як "скопіювати" та "вставити", функція яких, по суті, аналогічна будь-якій іншій комп'ютерній програмі – виділивши мишею певний фрагмент композиції, його можна скопіювати, або вирізати, а потім вставити у довільне місце. Відповідні сполучення клавіш Ctrl+C, Ctrl+X та Ctrl+V у програмі також працюють. Для того, щоб виділити потрібний фрагмент, слід, попередньо включивши режим "Edit tool" (4 справа кнопка на панелі висвітлена, як зображено на малюнку), встановити курсор миші на початок необхідного фрагмента (курсор миші має вигляд палички, подібної до "І") та, утримуючи ліву кнопку миші натиснутою, тягнути її доки весь потрібний фрагмент не буде виділено (він при цьому зафарбовується у чорний колір). Є й інший спосіб виділення фрагмента – встановивши курсор у потрібному місці, утримуючи клавішу shift, натискати стрілочки праворуч або ліворуч. Межі виділення можна уточнити, викликавши правою кнопкою миші контекстне меню. У підменю set selection можна встановити межі фрагмента навіть до одного семплу (якщо вибрана відповідна горизонтальна шкала). Функція Snap to Zero дозволяє підтягнути межі фрагмента до найближчого нульового значення амплітуди (тобто 0%), дія інструмента Snap to Grid також залежить від одиниць горизонтальної шкали, наприклад, якщо час відліковується в секундах, то тривалість початку й кінця фрагмента будуть округлені до секунд.

Якщо операції копіювання чи вставлення є доволі стандартними, то інша кнопка надає унікальну можливість накладення скопійованого фрагмента на існуючий. При цьому відкривається діалогове вікно (*мал. 51*), в якому можна вибрати пропорції, в яких сигнали будуть змішувані (*source:clipboard* – сигнал, що накладається, *destination* – сигнал, на який накладається). Також можна накласти сигнал з поступовою появою чи згасанням (*fade in* та *fade out* відповідно, цифри вказують час). До речі, скопійований фрагмент, який знаходиться у, так званому, clipboard можна в будь-який момент прослухати, скориставшись кнопкою – *play clipboard*.

Наступна кнопка – *Trim/Crop* дозволяє швидко обрізати композицію, залишивши тільки виділений фрагмент. Інші кнопки є стандартними кнопками скасування та повторення операції (працюють сполучення клавіш Ctrl+Z, Ctrl+Shift+Z), а кнопка – *Repeat*, дозволяє повторити вставку матеріалу скільки завгодно разів.

Mix/Repla	ce - magisteria-2.wav		
Preset:	iys] Fast duck (-6 dB)	⊻ 🖬 ×	<u>o</u> k
Source: 0,00 (100,0	Clipboard dB 0%) Start: 0,000000 End: 3,000000 Channels: 1-2	Destination: magisteria-2.wav -6,00 dB (50,12%) Start: 40,000000 End: 43,000000 Channels: 1-2	<u>C</u> ancel <u>Preview</u> ■ <u>Bypass</u> ▼ <u>R</u> eal-time
Volur (-Inf. to	ne 6 dB) Invert data	Volume (-Inf. to 6 dB) Invert data	
Fade <u>p</u> i: Fade O <u>u</u> t:	0,100000	Total mix length: 3,000000	Mor <u>e</u>
пка – сри %		40,000000 43,000	3,00000

Мал. 51 Вставка звуку з накладанням

І нарешті, передостанній інструмент, *pencil* – це олівець, яким можна просто намалювати форму звукової хвилі. Він працює лише в дуже великих масштабах і "намалювати" шедевр у Вас навряд чи вийде, проте можливість така у програмі передбачена.

Недеструктивний монтаж



Мал. 52 виділення фрагмента

Розглянутий нами метод копіювання та вставки аудіо можна використовувати для монтажу звуку, проте він має той недолік, що при цьому змінюється й сам файл, що редагується, і якщо ми не збережемо попередньо копії, первісний файл може бути втраченим безповоротно.

Втім, у програмі Sound Forge передбачена можливість відтворювати файл фрагментами таким чином, що сам файл лишатиметься незмінним. Такий спосіб полягає у створенні "списку відтворювання" – плейлісту (*playlist*), що складається із "регіонів" (*regions*). Створити регіон можна у кілька способів. Найпростіший здійснюється так: потрібний фрагмент виділяється мишею (*мал. 52*) і натискається клавіша R, або задається командою меню Secial ->Region list -> Insert... У діалоговому вікні, що при цьому відкривається, можна

уточнити позиції курсорів. Сам список регіонів доступний через команду меню *View -> Region list*. До цього списку можна додавати нові регіони (команда *add*...), вилучати непотрібні (*delete*), редагувати або давати назву вже існуючим (*edit*), дублювати (*replicate*), або розділити регіон відповідно до позиції курсора (*split*). Список регіонів можна зберегти окремим файлом або завантажити збережений раніше, ці файли мають розширення .*sfl*.

Будь-який регіон можна додати до списку відтворення (*playlist*) командою *add to playlist*, або просто "перетягнувши" потрібні регіони мишею. Сам *playlist* доступний через команду меню *View -> Playlist*. У цьому списку регіони можна міняти місцями у довільному порядку, зачепивши мишею потрібний регіон у лівому стовпчику і "перетягнувши" на потрібне місце. Щоб почати відтворення цього списку з певного регіону, слід клацнути мишею на відповідний трикутничок у другому стовпчику, біля нього з'явиться зображення нотки (*мал. 53*). У третьому стовпчику можна задати довільну кількість повторів даного регіону.

Playlist	_				×
	Cnt	Name	Start	End	Length
	1	Untitled Region 4	0,000000	41,052880	41,052880
2	1	Untitled Region 2	41,052880	50,526621	9,473741
	1	Untitled Region 3	50,526621	89,536145	39,009524
	2	Untitled Region 1	89,536145	124,458957	34,922812
 5 Þ	1	Untitled Region 4	124,458957	165,511837	41,052880
🖌 🚽 ð	6	Untitled Region 6	165,511837	683,781224	518,269388
	1	Untitled Region 5	683,781224	714,431565	30,650340

Мал. 53 Список регіонів в Sond Forge

Нарешті, список відтворення можна конвертувати в окремий файл. Для цього слід скористатися командою *convert to new* з контекстного меню вікна. Після цього програма одразу ж відкриє вікно із новоствореним файлом, який слід буде зберегти під новим іменем.

Іноді виникає потреба навпаки, вилучити окремі регіони із файлу. У цьому разі *playlist* слід перетворити на *cutlist* командою *Treat as Cutlist* з контекстного меню. Щоб програти файл без занесених до "чорного списку" фрагментів, слід натиснути кнопку *play as cutlist*, на панелі відтворення.

MIDI-тритери

Досить слушною можливістю багатьох аудіоредакторів і, зокрема, програми Sound Forge, є керування відтворенням звуку з MIDIклавіатури. Навряд чи ця можливість може знадобитися для студійної роботи, проте, тих, хто так чи інакше пов'язаний з виконанням електронної музики в реальному часі, вона може зацікавити.

Сутність використання MIDI-тригера полягає в тому, що будьяке MIDI-повідомлення – з вашого синтезатора або з програмисеквенсера сприймається програмою як команда для певної дії, найчастіше до відтворення або зупинки файлу. Команди MIDI-тригера налаштовуються командою *Options -> MIDI triggers*. Також слід встановити прапорець у меню *Options -> MIDI triggers*. Також слід встановити прапорець у меню *Options -> MIDI in/out -> Trigger from MIDI timecode*, та пересвідчитись, що MIDI-клавіатура підключена й правильно вибрана у налаштуваннях *Options -> Preferences -> MIDI/Sync*.

Управління з MIDI-клавіатури можна налаштувати й для плейлістів, вибравши відповідну опцію із контекстного списку відповідного елемента плейлісту. Водночас, на відповідному фрагменті з'явиться зображення ноти.

Обробка звуку та ефекти

Sound Forge має у своєму арсеналі всі основні звукові ефекти, які ми перелічували раніше, тому обмежимося лише стислим оглядом. Всі доступні програмі перетворення розділені між двома меню – *Process* та *Effects*. Усі вони застосовуються до виділеного фрагмента файлу, або для усього файлу, якщо жодного фрагмента не виділено.



Мал. 54

Більшість ефектів можна перед застосуванням попередньо прослухати, для цього в діалоговому вікні передбачена кнопка *Preview*. Знімаючи чи встановлюючи галочку в опції *Bypass*, можна навіть упродовж звучання порівнювати фрагмент відповідно із застосуванням та без застосування ефекту (*мал. 54*).

Кожний із ефектів налаштовується цілим рядом параметрів. Проте налаштовувати параметри кожний

раз перед застосуванням немає потреби – більшість параметрів можна зберігати як *пресети* – попередні установки ефекту. Вікно для вибору цих пресетів знаходиться вгорі діалогового вікна для більшості ефектів і виглядає як на *мал. 55*:

Preset: (Untitled))	<u>∽</u> 🖬 ×	(Untitled)	Preset:
---------------------	--------------	------------	---------

Мал. 55 Панель вибору пресетів

Деякі ефекти мають пресети, запропоновані виробником, їх можна вибрати, розкривши список, або доповнити власними налаштуваннями – для цього слід увести назву для пресету й зберегти, натиснувши на зображення дискети.

Тепер розглянемо модулі, доступні в меню Process:

– Auto Trim/Crop вирізає тишу на початку та в кінці файлу. Програма при цьому вважає тишею будь-що, тихше заданого рівня (threshold);

– *Bit-depth converter* змінює амплітудну роздільність. Це перетворення може застосовуватися тільки до всього файлу;

– *Channel converter* перерозподіляє сигнал між правим та лівим каналами (хоча каналів може бути й більше);



Мал. 56 Сигнал нормальний (зверху) та з постійною складовою (знизу)

DC offset прибирає постійну складову, яка являє собою відхилення центру симетрії хвильового процесу від нульового відліку (*мал. 56*);

- *EQ* – це набір еквалайзерів – графічний, параграфічний та параметричний. Перші два дозволяють наочно вималювати форму фільтру, третій – фактично являє собою простий

фільтр, у якому задається тип, частота та крутизна зрізу;

– *Fade* – ефект поступової появи або згасання звуку в Sound Forge, має, окрім стандартних, особливий інструмент, який дозволяє надати динамічному перетворенню довільну форму;

- *Insert silence* – вставка тиші;

– *Inert/flip* – інвертує сигнал, іншими словами віддзеркалює хвилю по вертикалі;

- *Mute* – заглушає виділений фрагмент;

– *Normilize* – нормалізація файлів;

- *Pan/Expand* – дозволяє розширити або звузити стереобазу;

– *Resemple* – змінює частоту дискретизації; це перетворення може застосовуватися тільки до всього файлу;

- *Revesre* – дзеркально відображає фрагмент по горизонталі, іншими словами, фрагмент (або весь файл) відтворюється у зворотному напрямку;

– *Smooth/Enhance* – доволі складний ефект, який вибірково підсилює або послаблює високі частоти. Результатом стає деяке вияскравлення або, навпаки, приглушення тембру звуку;

– *Time stretch* – стиснення або розтягнення часу без зміни по звуковисотності; програма пропонує декілька алгоритмів для різного характеру музичного матеріалу;

- Volume - загальне підсилення чи зменшення гучності.



Мал. 57 Встановлення співвідношення обробленого та необробленого сигналів

Наступне меню, *effects*, містить виключно звукові ефекти. Ряд ефектів має ще один важливий параметр: співвідношення обробленого (*wet*) та необробленого (*dry*) сигналу, яке задається у дБ (*мал. 57*). Значення 0 дБ означає сигнал без підсилення, додатні значення – підсилений, а від'ємні – послаблений до повного пригнічення при значенні – *inf*. Таким чином, якщо *wet*=0 дБ, а dry = -inf – ми почуємо лише оброблений сигнал, якщо навпаки – лише первісний (тобто ефект фактично буде відключено).

Тепер розглянемо по порядку.

- Amplitude modulation – це амплітудне вібрато. Регулюється частота модуляції (modulation frequency, при цьому слід мати на увазі, що модуляція із частотою понад 10-15 Гц перестає сприйматися як ефект вібрації, а сприймається, радше, як певне спотворення із додаванням призвуку відповідної частоти).

– *Chorus* – в залежності від параметрів, цей інструмент дозволяє досягти ефектів як хорусу, так і фленжеру²³.

– **Delay/Echo** – ефекти, засновані на лінії затримки. Залежно від параметру *Delay*, тобто часу затримки, ефект може сприйматися як досить роздільні відлуння (якщо більше 100-150 с), так і як реверберація. Ефект *Multy-tap* – дозволяє налаштувати до 8 незалежних відлунь за часом затримки, локалізацією (*Pan*) та силою (від 0 до 100%).

– **Distortion** – фактично це модуль динамічної обробки звуку з довільним графіком. Залежно від параметрів він може працювати як ефект дисторшн, а може і як звичайний компресор або лімітер²⁴.

²³ Ефекти затримки

²⁴ Ефекти динамічної обробки

	x. 0.1	n o de	Ottack time (0 to 500 ms)		Jof Jof 0.0	O O dB
	,0.1 [0,0 UB		1,0		0,0 GB
			Release time (0 to 5,000 ms):	100.0	12 6	
		ų	u	100,0	18 12	Ċ.
	L .		Type: Band-notch	*	. ²⁴ . 15 ⁻ -30 - 18-	
i ibrechold ûn		Gain	Center (50 to 15,000 Hz):	200	36 21	
Rand 1 bur		- Solo	Width (0.3 to 3 oct.)	1.0	In 1-2	Output gain
Dand I by	1922	000	wider (0.5 to 5 oct.).	1,0		(-25 to 25 dB)
0,0 dB 1	,0 ;1	0,0 dB	Attack time (0 to 500 ms):		-InfInf. 0,0	
			Release time (0 to 5,000 ms):	1,0	-6 - 3 ⁻	
			·	100,0	12 9	
			Type: Band-notch		-24 15	
			Center (50 to 15,000 Hz):		30 18	
Threshold An	nount	Gain		1 000	36 21	
	hass	Solo	Width (0.3 to 3 oct.):	1,0	In 1-2 🗸	

Мал. 58 Багатосмуговий компресор

– **Dynamics** – ще один дуль динамічної обробки. На відміну від попереднього, він має також параметри початку й закінчення дії ефекту. Особливої уваги заслуговує багатосмугова обробка (*Multi-Band Dynamics, мал.* 58) – сигнал розділяється на 4 частотні смуги, кожна з яких обробляється незалежно від інших. Для активації кожної зі смуг слід зняти галочку *Band* ... *bypass*, встановити верхню або нижню границі смуги (як-

що обрано низькочастотний (*low-shelf*) чи високочастотний (*high-shelf*) фільтр або центральну частоту та ширину смуги та встановити параметри компресії – поріг (*threshold*), коефіцієнт (*amount*) та загальне підсилення (*gain*).

– *Envelope* – інструмент, яким можна запрограмувати зміну амплітуди сигналу впродовж певного часу. Наприклад, серію поступових спадів і зростань гучності. Відповідна амплітудна крива малюється мишею. Додати точки можна подвійним клацанням, зняти або змінити характер лінії – лівою кнопкою, що відкриває контекстне меню.

- *Flanger/Wah-wah* – цей інструмент в залежності від налаштувань, може дати ефекти фейзеру, фленжеру або "вау-вау" – своєрідний варіант фейзеру, що містить також смуговий фільтр.

– Gapper/Snipper – ефект, що через певні проміжки часу вставляє в сигнал фрагменти тиші. Частота й тривалість таких фрагментів регулюється параметрами frequency та length відповідно. У режимі "gapper" тиша вставляється таким чином, що увесь корисний сигнал зберігається, а тривалість фрагмента збільшується. У режимі "snipper" тиша заміщає фрагменти запису, загальна ж тривалість не змінюється. Параметр "fade edge" згладжує перехід від тиші до звуку,

– *Noise gate* – ефект, що пригнічує усі звуки, тихіші ніж заданий поріг *threshold*. Як правило, ефект використовують для того, щоб вирізати шуми в паузах між частинами твору. Параметри *attack* та *release* налаштовують для того, що б при поступовій появі або затуханні звуку перехід до зони вирізання шумів відбувався плавно.





– Pitch – ефекти звуковисотного зсуву. У режимі pitch shift зсув буде сталим, тобто весь фрагмент транспонується на той інтервал, який ми призначимо, наприклад, на тон вгору чи вниз (мал. 59). Движок угорі задає транспозицію у півтонах, а внизу – у центах (1/100 долях півтону). Наприклад, на малюнку налаштована транспозиція на ³/₄ тону. При цьому дуже важливою є опція preserve duration – якщо ми її активуємо (поставлена галочка),

тривалість звучання не зміниться. Модуль *pitch bend* – дозволяє зробити величину транспозиції змінною, тобто музика буде постійно "переповзати" з однієї тональності в іншу. Графік налаштовується вручну мишею.

– *Reverb* – реверберація. Окрім налаштувань часу затримки, інструмент має також вбудовані фільтри низьких та високих частот для віддзеркалених сигналів.

– Vibrato – ефект звуковисотного вібрато. Подібно до ефекту Amplitude modulation, тут задається форма, частота та глибина модуляції. Частота впливає на характер модуляції принципово – при малих частотах (до 1-2 Гц) модуляції матимуть характер хитань, при частотах 6-15 Гц – виразної ритмічної пульсації, 20-60 Гц – сильно спотвореного звучання із додаванням низькочастотних сигналів, від 200 Гц – величина транспозиції сприймається усередненою.

- *Wave Hammer* – призначено для завершального майстерингу фонограми. Цей інструмент, по суті, являє собою компресор із можливістю автоматичного налаштування максимуму амплітуди.

Вирізання шумів

Sound Forge має спеціальний плагін для чищення шумів, який називається *noise reduction*. Щоправда, цей плагін не завжди входить в комплект поставки програми, і в цьому разі його слід інсталювати окремо.

Рекомендуємо чистити шуми у такій послідовності. Для початку виділіть фрагмент файлу, що містить тільки шум і не містить корисного сигналу. Тепер відкрийте плагін командою меню *Tools -> Noise reduction*. Вікно, що відкриється, переключіть у режим *nosieprint* так, щоб воно прийняло такий вигляд, як на *мал. 60*.



Мал. 60 Шумопригнічення за допомогою інструмента Noise reduction

Тепер поставте прапорець *Capture noiseprint* і натисніть *preview*. Графік у робочій області зміниться відповідно до спектру шумового сигналу. Тепер виберіть увесь фрагмент композиції, що треба очистити від шуму, і натисніть ОК – операція буде здійснена.

Цей модуль має ряд налаштувань, які можуть поліпшити якість чищення. Повзунок *reduce noise by* визначає наскільки слід

зменшити шум. Максимальні значення як правило не рекомендуються, оскільки разом з шумом, програма може вирізати й корисний сигнал. Власне, для того, щоб пересвідчитись що саме програма вирізає, можна включити опцію "keep residual output" і послухати шум в режимі preview. На вкладці general існують і інші налаштування – частотна смуга, в якій вирізатиметься шум, час атаки та затухання, а також FFT size, як правило більше значення забезпечує більшу точність роботи програми, проте лише в тому разі, якщо можливо віднайти достатньо довгий фрагмент постійного (незмінюваного в часі) шумового сигналу.

Робота з ланцюгами та автоматизацією ефектів

Так само як і деструктивний монтаж, застосування ефектів в описаний нами вище спосіб призводить до змін самого файлу, після чого відновити його у первісному вигляді, як правило, вже неможливо (якщо тільки копія файлу не була завбачливо збережена). Так само як і у випадку з монтажем, в програмі передбачена можливість провадити різну обробку ефектами в живому часі, не змінюючи при цьому сам файл. Більше того, можна обробляти звук кількома ефектами одночасно і, нарешті, програмувати зміни ряду параметрів цих ефектів протягом звучання.

Такий інструмент називається *Plug-in Chainer* і викликається через меню *View* або сполученням клавіш Alt+9. Його вигляд представлено на *малюнку 61*:



Мал. 61 Підключення та автоматизація плагінів

Для зручності ми перемістили вікно плагіна наверх, зачепивши його мишею за вільне місце у верхній частині та потягнувши трохи вбік. Щоб повернути це вікно в бокове положення, слід зачепити його мишею за вільне місце в лівій боковій частині і потягнути трохи вниз.

Цей інструмент має свій набір кнопок (мал. 62).

o-Vibrato - Chorus - C	Graphic EQ -0	- 5 5	OK
Sony	✓ € Ø	e*× ⊞•	Cancel
Plug-Ins All Sony Third Party DirectX VST Automatable Packaged Chains FX Favorites	*We ExpressFX Dynamics *We ExpressFX Equalization *We ExpressFX Flange/Wah-Wah *We ExpressFX Graphic EQ *We ExpressFX Noise Gate *We ExpressFX Noise Gate *We ExpressFX Stutter *We ExpressFX Stutter *We ExpressFX Time Stretch f *Flange/Wah-Wah *We Gapper/Snipper & Gapper/Snipper	الله Multi-Tap Del الله Moise Gate الله Noise Reduct الله Paragraphic I الله Paragraphic I الله Parametric E الله Pitch Shift الله Reverb الم الله Delay الله Pitch Delay	Add Delete Save As
	'ରିଜ Graphic EQ ୧ ଟିହି Multi-Band Dynamics	🐝 Time Stretch ៖ ទីទី Track Compre	

Мал. 63 Вибір плагінів для ланцюга ефектів

Для того, щоб додати плаґін у ланцюг, слід натиснути третю кнопку з кінця, що називається "Add plugins into chain". При цьому розкривається діалогове вікно (мал. 63), у якому слід обрати потрібні плаґіни та натиснути кнопку add ("додати"). Ланцюг ефектів вибудується угорі діалогового вікна, послідовність ефектів можна змінити, пересунувши необхідні плаґіни мишею. Слід мати на увазі, що послідовність ефектів визначає послідовність операцій над звуком і може мати вирішальне значення для кінцевого результату.

Ланцюг ефектів дозволяє не тільки під'єднувати різні ефекти в певну послідовність, а для багатьох ефектів він дозволяє запрограмувати зміну ряду параметрів упродовж звучання твору. Наприклад, підключивши плаґін Track EQ, можна лише в заданих фрагментах файлу підняти чи приглушити певну смугу частот, причому перехід від редагованого до нередагованого таким чином фрагмента можна зробити максимально плавним.

Щоправда, не всі плаґіни підтримують автоматизацію. Ті ж, які підтримують, можна активувати кнопкою *Show Parametr chooser* (крайня праворуч) та позначити галочками ті параметри, які потрібно буде активувати. Обвідну відповідного параметра можна намалювати або мишею, або безпосередньо виставляючи потрібний параметр (відповідне положення в цьому разі прийме точка на обвідній, що відповідає положенню курсора).

Стисло про інші кнопки. Перші дві стосуються збереження та видалення "пресетів" – заготовок певних налаштувань. Наступна, *preview* програє файл, починаючи від положення курсора з усіма застосовуваними ефектами. Якщо при цьому натиснута четверта, *bypass*, відтворюватиметься незмінений ефектами сигнал. І п'ята кнопка – *Process Selection* призначена для того моменту, коли ми, нарешті, підібрали усі оптимальні параметри для ефектів і готові до фіксації усіх цих налаштувань.

Інструменти синтезу звуку

Sound Forge має в своєму арсеналі також інструменти для синтезу звуків. Вони доступні у меню *Tools -> Synthesis*

DTMF/MF Tones – синтезує сигнали тонового набору телефонного номера. Навряд чи цей інструмент знаходить широке застосування, хіба що для спеціального ефекту, коли треба відтворити телефонний звук. Значно цікавіші інші два.

FM-synthesis – синтез за допомогою частотної модуляції. Цей інструмент має досить багаті можливості для синтезу нових звуків, іноді навіть можна досягти доволі реалістичної імітації різних природних чи техногенних звуків.

Щоб уявити собі принцип роботи цього інструмента, слід визначитись з двома базовими поняттями – це несучий сигнал та модулюючий. Несучий сигнал – це той сигнал, який безпосередньо виводиться на аудіовихід і який, відповідно, ми чуємо. Первісно цей сигнал має сталу частоту й сталу форму (та, відповідно, тембр). Щоправда, його амплітуда може постійно змінюватися, якщо відповідна обвідна накреслена у полі в центральній частині вікна інструмента. Природно, цей сигнал має сенс у діапазоні 20-18 000 Гц, інші частоти, як ми зазначали в перших розділах, лежать за межами нашої чутливості.

Модулюючий сигнал – це сигнал, який модулює, тобто змінює частоту несучого сигналу. Якщо модулюючий сигнал підключається до несучого, частота останнього втрачає постійність у часі й починає коливатись з тією частотою, на яку налаштований модулюючий сигнал. Природно, ми сприймаємо зміни частоти несучого сигналу тоді, коли частота модулюючого сигналу не перевищує 8-15 Гц. Звук буде схожим на ефект скрипкового вібрато. При більших частотах, наше вухо вже не встигатиме відстежувати частотні модуляції і в результаті замість вібрато ми відчуємо зміну тембру, а можливо і зміну частоти несучого сигналу. На характер модуляції також суттєво впливає й амплітуда модулюючого сигналу – при малій амплітуді ефект буде незначним і, можливо, невідчутним, адже частота несучого сигналу буде змінюватися в незначних межах. Навпроти, якщо амплітуда моделюючого сигналу велика – навіть при малій частоті несучий сигнал зміниться до невпізнанності. Як правило, найцікавіші ефекти досягаються невеликою амплітудою модулюючого сигналу та частотою, сумірною, але непропорційною несучому сигналу.



Мал. 64

Пропонований програмою інструмент має чотири генератори сигналу, кожний з яких може стати як несучим, так і модулюючим. Значний інтерес представляє можливість підключати декілька генераторів у ланцюги модуляції – тобто сигнал може модулювати інший модулюючий сигнал, який вже модулює несучий. Ланцюг із чотирьох послідовно під'єднаних генераторів представлено на *малюнку 64*.



Мал. 65

Можливе, однак і паралельне підключення як модулюючих, так і несучих сигналів. Наприклад, чотири паралельно під'єднаних генератори можуть озвучити звичайний чотиризвучний акорд (*мал.* 65). Можливі й інші конфігурації підключення генераторів, вони налаштовуються повзунком *configuration*. Тепер розглянемо інші параметри керування цим інструментом:

"Total output waveform length" визначає загальну довжину синтезованого звуку й задається у секундах.



Мал. 66 Завдання амплітудної обвідної

"Insert waveform at" визначає де саме буде поміщено синтезований звук – на початку чи в кінці файлу, або ж за положенням курсору.

Тепер у вікні, можна намалювати довільний графік – це графік амплітудної обвідної звуку. Наприклад, графік на *малюнку бб*, характеризується відносно швидкою атакою та швидким спадом звучання, що продовжується з поступовим затуханням.

Operator shape задає

форму коливань – синусоїдну, трикутну, прямокутну або ж одну із шумових.

Frequency задає частоту в межах від 0 до 22,5 кГц. Природно, обираючи шумовий сигнал, частота звуку вже не встановлюється.

Нарешті останній параметр – *feedback*, тобто "зворотний зв'язок", призводить до модуляції сигналом самого себе. Результат може бути неочікуваним – звук змінює тембр, іноді висоту, а іноді просто спотворюється шумом.

Simple Synthesis – після ознайомлення з FM-синтезом цей інструмент може нам здатися досить простим. Власне, тут задається лише несуча частота з відомими вже параметрами – формою (waveform), загальною довжиною (length), та частотою (frequency). Щоправда можна задати різну частоту для початку (start) та кінця (end) звучання – в цьому разі ми почуємо глісандуючий звук. При включенні опції Log sweep глісандування сприйматиметься нами як рівномірне.

Спектральний аналіз

Для спектрального аналізу Sound Forge має спеціальний інструмент, доступний у меню View -> Spectrum Analysis. Цей аналіз розкладає звук за допомогою алгоритму, що має назву FFT (Fast Fourier transform – **швидке перетворенням Фур'є**), про яке ми вже згадували. Найважливішим параметром цього аналізу є **FFT size** – тобто розмір фрагмента, що піддається аналізу. Річ у тім, що з одного боку – чим більша величина цього фрагмента – тим точніше нам вдасться проаналізувати його спектр частот. З іншого боку, якщо музика достатньо швидка й динамічна, то й характер спектру звуків буде змінюватися щомиті, а відтак для більш точної картини для кожного моменту звучання доведеться вибирати менший розмір фрагмента.

Інші кнопки – це варіанти алгоритму аналізу та кнопки *refresh* для оновлення дисплею (необхідні коли ми переставляємо курсор) та *Real time monitoring* – що дозволяє відслідковувати спектр у процесі реального звучання.

Два вікна пропонують аналіз для лівого та правого каналів. Натискаючи правою кнопкою миші (інструмент лупа), можна збільшити масштаб, натискаючи лівою – викликати контекстне меню, в якому, зокрема, можна повернути масштаб до вихідного розміру.

Питання для самоперевірки

• Застосування звукових редакторів.

• В яких випадках доцільно застосовувати компресію? Реверберацію? Фленжер?

• Поясніть принципову різницю між транспозицією в іншу тональність в MIDI-редакторі та аудіоредакторі.

• Чому розтягнення та стиснення часу в аудіоредакторі призводить до погіршення якості звучання?

Завдання для практичної та самостійної роботи

• Ознайомлення з властивостями звуку. Синтезуйте звук у програмі Sound Forge методом операторного синтезу за параметрами, вказаними викладачем. Дослідіть особливості форми звукових коливань і залежності від них характеру звуку. Збережіть звук у форматі *wav*.

• *Реставрація фонограм*. Очистіть запропонований викладачем фрагмент аудіозапису від шумів та клацань, застосувавши алгоритм noise reduction та click eliminator. • Дослідження властивостей звукових ефектів. Завантажте фрагмент класичної симфонічної музики. Застосуйте ефект динамічної компресії і дослідіть, як змінилося її звучання.

• Спробуйте застосувати ефекти реверберації та луни з різними параметрами. Дослідіть зміни у звучанні файлу.

• Спробуйте за допомогою ефекту *pitch* транспонувати фрагмент музичний на 1 тон, 2 тони, октаву вгору та вниз із збереженням та без збереження оригінальної тривалості. Дослідіть, як змінюється при цьому якість звучання.

• Дослідіть роботу інших ефектів, зокрема, фейзеру та фленжеру на синтетичних звуках, зокрема, синтезованих шумах, синтезованих складних тонах.

Тема 8. Програми багатоканального зведення

Можливості сучасних програм багатоканального зведення дозволяють зводити музичний матеріал, створений засобами MIDI та, власне, звуковий матеріал, наприклад, записаного з мікрофона. Тому кожна така програма, по-перше, має:

• багатодоріжковий редактор, що дозволяє зводити звучання MIDI-доріжок та аудіодоріжок в одне звукове ціле;

• засоби для редагування звукових доріжок;

• засоби для редагування MIDI-доріжок та підключення програмних синтезаторів.

Для досягнення якісного результату, слід, з одного боку, добиватися якості звучання кожної доріжки окремо, а з іншого – гармонічного й збалансованого їх звучання в сукупності. Якоюсь мірою ці два вектори є взаємодоповнюючими і тому по них можна рухатися паралельно.

Що стосується аудіодоріжок, то їх якість залежить від майстерності виконавця та умов його запису. Запис низької якості зробити бездоганним неможливо жодними звуковими ефектами, в ліпшому випадку вдасться згладити або замаскувати окремі недоліки. При редагуванні аудіодоріжки застосовують переважно недеструктивний метод – тобто ті чи інші звукові ефекти підключаються на кожну доріжку окремо, і в процесі роботи аранжувальник може необмежено експериментувати з підключенням чи відключенням ефектів, поки не доб'ється бажаного результату.

Що стосується **MIDI-доріжок,** то тут важливе значення має підбір тембрів інструментів. Звичайно, 128 тембрів стандарту General MIDI, якими постачаються звукові карти комп'ютерів – це дуже мало, і тому в програмах багатоканального зведення передбачена можливість підключення віртуальних синтезаторів, семплерів та банків звуків. Їх багатоманіття зростає з кожним роком, розширюючи обрії тембрової фантазії композиторів і тому кожен аранжувальник зацікавлений відстежувати появу нових інструментів та опановувати їх. Більшість таких інструмнтів інсталюються у спеціально відведену для цього директорію, після чого їх можна підключити як плагіни.

Використання **програмних синтезаторів** дає додаткові можливості в порівнянні з використанням синтезатору звукової карти. Синтезатор створює окрему доріжку на мікшері програми, до якої можна застосовувати звукові ефекти, так само як і до аудіодоріжок, тоді як до MIDI-доріжок звуковий ефект не може бути застосований. Полегшується також і задача експорту MIDI в аудіо – MIDI-доріжку можна просто експортувати командою *File -> export*. Якщо ж MIDI-доріжка відтворюється синтезатором звукової карти, її доведеться буквально "переписувати" в аудіо в реальному часі, як ми це описували раніше.

У нашій роботі ми розглянемо три програми цього типу – Adobe audition, Cakewalk Sonar та Nuendo. Не зважаючи на те, що в принципі можливості цих програм ідентичні, на даний момент Adobe audition більш досконала в засобах редагування аудіо, Cakewalk Sonar – у засобах редагування MIDI, а Nuendo займає середню позицію. Згадаємо ще одну популярну програму цього класу – Cubase, проте оскільки вона дуже схожа на Nuendo, ми не будемо на ній зупинятися окремо.

Adobe audition

Програма Adobe audition раніше розроблялася під назвою Cool edit і розглядалася як багатодоріжковий аудіоредактор. Основною її відмінністю від Sound Forge, від самого початку, була підтримка кількох аудіодоріжок та можливість їхнього зведення в один файл. Починаючи з версії 3.0, яку ми й розглянемо, програма має також і повноцінний секвенсер з можливістю підключати віртуальні синтезатори та банки звуків, завдяки чому програму можна розглядати як повнофункційну робочу станцію.

Що стосується можливостей редагування звукової доріжки, то відмінності цієї програми від *Sound Forge* порівняно незначні. Найбільш відчутною є, мабуть, з одного боку відсутність у програмі операторного синтезу звуку, але з іншого – представлення аналізу звуку у вигляді спектрограм. В іншому ж, незважаючи на певну різницю в інтерфейсі, програма використовує подібні модулі й терміни, тому їх огляд ми зробимо більш стислим.

Загальний вигляд програми

Загалом вигляд цієї програми нагадує Sound Forge – зображення звукової хвилі в робочій області панелі інструментів зверху та кнопки для програвання і масштабування знизу. Проте, ця програма може працювати в трьох режимах, які активуються кнопками

• Режим *Edit view* призначено для редагування однієї звукової доріжки.

- Режим *Multitrack view* для зведення кількох звукових доріжок.
- Режим *CD view* для запису треків на аудіо компакт-диск.

Робота в однодоріжковому режимі



Мал. 67

Найзручніше провадити звукові ефекти, здійснювати синтез звуку чи спектральний аналіз саме в цьому режимі. За замовченням у робочій області ми бачимо звук у вигляді по-

слідовності звукових хвиль – по вертикалі відкладена амплітуда, по горизонталі – час, формат якого можна переключати, викликавши контекстне меню. Проте, ми можемо спостерігати файл і в режимі спектрального аналізу, а в останній версії – програми також фазового та панорамного аналізу. Відповідні режими можна переключати кнопками на панелі інструментів або відповідними командами меню view – waveform, spectral frequency, spectral pan, spectral phase (мал. 67). Частотний та спектральний аналізи можна побачити і в графічному зображенні – в цьому випадку буде здійснюватися аналіз того фрагмента. У попередніх версіях програми такий аналіз доступний командами меню Analyse, в 3-й версії – Window.

Тут ми вважаємо за доцільне зупинитись на аналізі детальніше.

Спектральний аналіз

Ми вже згадували про спектральний аналіз при розгляді програми Sound Forge і модуль, що викликається командою Window -> frequency analysis є цілком аналогічним. По горизонталі відкладається частота (у Гц), по вертикалі – інтенсивність (у дБ), на верхній рамці відображається також тон (вказується нота, октава й поправка в центах) частоти, що на даний момент переважає (мал. 68).



Мал. 68 Спектральний аналіз

Проте цим можливості програми не обмежуються і Adobe Audition пропонує спостерігати спектральний аналіз у тривимірних координатах, для чого програму слід переключити в режим View -> spectral frequency.

Робоче вікно програми прийме вигляд приблизно такий, як показано на *малюнку 69* – по горизонталі відкладається час, а по вертикалі – частота звуку, при частоті дискретизації 44 кГц

вона охоплює діапазон від 0 до 22 000 Гц. Інтенсивність же частотних складових представлена кольором від світло-жовтого для найінтенсивніших частот до малинового для середньої інтенсивності і фіолетового – для слабкої, чорний колір означає відсутність частот у даному діапазоні.



Мал. 69 Спектрограма в програмі Adobe Audition

Характер аналізу залежить від FFT size, який встановлюється командою меню *Edit -> Preferences* (в старих версіях *Options -> Settings*) на вкладці *Display*. В *Adobe Audition* цей параметр, однак, називається *Resolution* (дослівно – розділення). Нескладно переконатися, що мінімальне розділення забезпечує ліпшу точність по горизонталі (тобто у часі), а максимальне – по вертикалі (тобто по частотах). Оперування з великим розділенням потребує більше часу від процесору, що може ускладнити спостереження при прослуховуванні в реальному часі. У цьому режимі



Мал. 70 Виділений фрагмент у режимі спектрального аналізу стають доступними два інструменти для виділення фрагмента. Якщо звичайний інструмент у вигляді "I" (Time selection tool) дозволяє виділяти певний часовий фрагінструмент мент музики, то Marque selection tool дозволяє виділити на відтинку MV певний спектр частот (мал. 70). Цю смугу частот можна при требі вирізати (delete) або ж підсилити плітудним або навіть ефектом,

вати. Точність обробки, до речі, також при цьому буде залежати від раного розділення. Переваги такої можливості стають відчутними, приклад, при тонкій роботі щодо очистки фонограми від різноманітних шумів, потріскувань, поклацувань тощо.

Режими переключаються кнопками Ш на панелі інструментів, або командою меню *Edit -> Tools*. У новій версії введено також ряд додаткових інструментів, що пропонують більш витончені способи виділення спектру частот. Ми залишимо їх на самостійний розгляд користувача.

Фазовий аналіз

Фазовий аналіз являє собою співвідношення фази сигналів лівого та правого каналів. Розглянемо спочатку аналіз на діаграмі, що викликається командою меню *Window -> Phase analysis*. На *малюнку 71* представлено фазовий аналіз сигналу, що співпадає по фазі в лівому, правому каналах, причому співпадають також і амплітудні значення. Суб'єктивно такий сигнал сприйматиметься, як розташований по центру. На діаграмі – пряма, що йде під кутом 45°. Аналогічний вигляд буде мати й будь-який інший сигнал, що повністю співпадає для лівого й правого каналів.

Інакше виглядатиме картина, якщо сигнал у лівому каналі буде зсунуто по фазі на 90° відносно правого, тобто звук лівого каналу запізнюватиметься на чверть періоду коливання (*мал. 72*). У цьому разі на максимуми амплітуди в правому каналі завжди припадатиме нуль у лівому каналі, й навпаки. Суб'єктивно сигнал сприйматиметься зміщеним ліворуч, діаграма буде у формі кола.



Мал. 71 Сигнали із різницею фази 90



Мал. 72 Сигнали співпадають по фазі



Мал. 73 Вибір пресетів

Звукові ефекти

Тепер оглянемо меню ефектів, доступних для обробки звуку. Вони доступні в меню *Effects* і класифіковані за типами. Як і в *Sound Forge*, кожний ефект має ряд заготовок – пресетів (*presets, мал. 73*), передбачена також опція попереднього прослуховування (*preview*) із застосуванням та без застосування (*bypass*) ефекту. Ефект застосовується до виділеного фрагмента або, якщо нічого не виділено, до всього файлу.

У версії Adobe audition 3.0 меню *Effects* відкривають три ефекти глобальної дії:

– invert – обертає звуковий сигнал по вертикалі;

При зсуненні сигналу на 180°, діаграма знов прийме вигляд прямої лінії, спрямованої під кутом 135°; в стерео такий ЗВУК може сприйматися досить незвично, а при зведенні в моно – суттєво спотворюватиметься внаслідок інтерференції. Для того, щоб усунути небажаний ефект, можна інвертувати (тобто "повернути" на 180°) звуки в одному з канакомандою Effects лів -> Invert.

Фазова спектрограма показує різницю у фазах хвиль між правим і лівим каналом. За допомогою цього спектра можна, наприклад, визначити, де ця розбіжність буде найбільшою.
- *reverse* - по горизонталі (тобто фрагмент звучатиме ззаду наперед);

- *mute* - виділений фрагмент просто перетвориться у тишу.

Тепер розглянемо ефекти по порядку для версії Adobe audition 3.0. вони розсортовані за принципом дії на:

- амплітудні (*Amplitude*);
- затримки (delay);
- фільтрації (*Filter* & EQ);
- частотної модуляції (modulation);
- реставрації (restoration);
- реверберації (*rever*);
- спеціальні (special);
- стереопанорамуваня (*stereo imagery*);
- звуковисотного та часового зсуву (*time and pitch*).

Сутність більшості ефектів вже була розглянута раніше, тому тут дамо лише стислий опис:

– *Amplify* – підсилення звуку, доступне окреме налаштування двох каналів;

- *Amplify/Fade* – ефекти поступового підсилення чи затухання;

– **Dynamic processing** – динамічна обробка, що залежно від параметрів, може спричинити ефект компресії, нойзґейту, або навіть дисторшну. Вікно має чотири вкладки, на вкладці *Graphic* можна намалювати обвідну динамічної обробки, *Traditional* – запрограмувати ту ж саму криву за допомогою параметрів порогу, коефіцієнту та підсилення; *Atack/Release* – параметри включення та відключення ефекту, а *Band Limiting* – обмеження, при бажанні, частотного діапазону, до якого застосовуватиметься ефект;

- *Envelope*, амплітудна обвідна, що малюється мишею;

– *Hard limiting* працює аналогічно компресору, обмежуючи амплітудний діапазон заданим максимумом;

– *Multiband compressor* – чотирьохсмуговий компресор (*мал.* 74), у якому всі параметри – поріг, загальне підсилення, відношення, включення та відключення – задаються окремо для кожної смуги (потрібні числа слід вводити вручну). Кожна смуга може працювати в режимі *solo* (**S**), тоді інші частотні смуги відключаються), або в режимі *bypass* (**B**), в цьому разі обробка для заданої смуги не застосовується. На дисплеї вгорі можна корегувати межі частотних смуг а також спостерігати частотний аналіз. Регулятори праворуч – це регулятор амплітуди сигналу на виході та лімітер, що також обробляє сигнал після його обробки процесором;

Effect Preset:			- 8 3	Help
Hz 30 40 00 100 crossover: low:	200 300 500 120 Hz mic	1000 2000 4000 2000 Hz	0 dB -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -000115000 -70 -00 -70 -000115000 -70 -00 -70 -00 -70 -00 -70 -00 -70 -00 -70 -00 -70 -00 -70 -00 -70 -7	Dutput gain 18 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12
band 1	band 2 🖸 🗊	band 3 🖸 🗊	band 4 🖸 🗊	limiter 📵
0 at 6 -12 -24 -30 -24 -30 -24 -30 -12 -9 -12 -15 -9 -12 -15 -16 -21 -16 -21 -16 -24 -30 -12 -15 -16 -21 -15 -16 -21 -15 -16 -21 -15 -16 -21 -15 -16 -21 -16 -21 -16 -21 -21 -24 -30 -16 -21 -21 -24 -30 -16 -21 -21 -24 -30 -21 -24 -30 -30 -16 -21 -24 -30 -21 -24 -30 -21 -24 -30 -27 -30 -30 -30 -30 -30 -27 -30 -30 -30 -30 -27 -30	0.000 0.000 12 3 12 6 24 12 30 15 42 16 42 21 48 21 48 27 80 27 90 48 90 60 11 24 12 48 564 27 90 60 90 10 10.0 ms ratio: 6.0 10.0 ms	0 es 0 es -0 es -3 -12 -6 -24 -15 -30 -16 -24 -15 -30 -16 -24 -16 -24 -21 -48 -21 -48 -27 -80 -27 -30 -27 -30 -20.2 gain: 0.6 ratio: -8.0 -11 attack: 100 ms	0 es 8 -12 -36 -24 -30 -24 -30 -24 -30 -12 -16 -9 -12 -16 -9 -12 -15 -8 -21 -24 -24 -30 -21 -24 -24 -30 -12 -15 -8 -9 -12 -15 -8 -9 -12 -15 -8 -9 -12 -15 -8 -9 -12 -15 -16 -21 -21 -24 -21 -24 -24 -30 -21 -24 -24 -30 -21 -24 -24 -30 -21 -24 -21 -24 -24 -21 -24 -27 -30 -3 -3 -15 -27 -30 -27 -30 -3 -27 -30 -3 -27 -30 -3 -3 -27 -30 -3 -27 -30 -3 -27 -30 -3 -27 -30 -3 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -27 -30 -20 -48 -20 -20 -48 -20 -20 -48 -20 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -20 -48 -10 -50 -51 -51 -51 -51 -51 -51 -51 -51	threshold: 0.0 dB margin: 0.0 dB attack: 4.0 ms release: 500 ms options spectrum on input: 1 brickwall limiter: 1 link band controls: 1
🕘 🕞 🗆 Prero	II/Postroll Preview		ОК С	Cancel Close

Мал. 74 Багатосмуговий компресор в програмі Adobe audition

- Normalize – нормалізація до заданого рівня;

– *Tube-modeled compressor* – ще один різновид компресора, що налаштовується тими ж параметрами.

Ефекти меню **Delay** містять головним чином ефекти луни з настроюваним часом затримки, амплітудою та зворотнім зв'язком (тобто відбитий сигнал відлунюватиметься до повного затухання).

Ефекти *Filter and EQ* містять різного роду фільтри та еквалайзери. Окрім різноманітних еквалайзерів тут є також FFT-фільтр та різноманітні фільтри, засновані на наукових алгоритмах (*sceintific filters*). Окремо відзначимо *Notch filtering*, призначений для відфільтровування вузьких смуг шуму як, наприклад, гудіння несправної електропроводки чи DTMF-сигнали мобільного телефону.

До групи ефектів *Modulation* у програмі віднесено такі ефекти як хорус, фленжер і фейзер.

Ефекти підменю Special включають такі три ефекти:

– *Distortion* – ефект дисторшн, параметри якого визначаються графічно;

– *Convolution* – ефект модуляції сигналів заданим імпульсом, набір яких міститься в програмі;

– *Music* – модуляція звукового сигналу певною послідовністю нот. Рекомендуємо проводити експерименти з більш-менш сталими сигналами, попередньо послабивши їх амплітуди до -10... -15 дБ задля уникнення обрізувань.

Розглянемо панорамні ефекти, представлені у підменю stereo imagery:

– *Pan/expand* – панорамний ефект, що дозволяє переміщувати центр стереопанорами упродовж звучання, а також розширювати чи звужувати стереобазу. Відповідні обвідні слід малювати мишею.

– *Auto-panner* – здійснюються періодичні переключення звуку із одного каналу в інший, задається частота (у Гц) та інтенсивність (у %) переключень.

- *Chanel mixer* – перерозподіляє звук між лівим і правим каналами.

– *Vocal cut* – досить цікавий ефект, заснований на тому, що всі звуки, які звучать по центру, тобто співпадають по амплітуді в правому та лівому каналах, взаємознищуються. Іноді в такий спосіб можна вирізати вокальну лінію, якщо тільки до неї не застосовувались різноманітні ефекти на кшталт реверберації. Частіше, однак, вирізання не призводить до очікуваного результату.

– Stereo field rotate – ефект що дозволяє обертати стереопанораму із заданою частотою. Ефект сприймається як панорамний до частоти в декілька герц, при частоті обертання від 15-20 Гц і вище з'являються додаткові частоти у спектрі звуку, звук може бути змінений до непізнаваності.

Ефекти підменю *Time/Pitch* включають ефекти пов'язані зі звуковисотним зсувом та розтягненням або стисненням часу звучання:

– **Doppler shifter** – ефект, що імітує ефект Доплера²⁵. Задаються відстань, напрямок та швидкість руху уявного об'єкта, всі ж необхідні обчислення програма здійснює сама;

– *Pitch Bender* – ефект постійно змінюваної транспозиції, форма якої задається графіком;

– *Pitch correction* – ефект, який ми хочемо порекомендувати для вокалістів, інструмент аналізує мелодію та "підтягує" фальшиві ноти до їх потрібної висоти. Інструмент добре працює лише тоді, коли звук являє собою одноголосу мелодію;

²⁵ Ефект Доплера – акустичний ефект, що виявляється у зміні частоти звуку, якщо джерело звуку рухається відносно спостерігача. У реальному житті він виникає, наприклад, при спостереженні проїжджаючого транспорту.

– *Stretch* – аналог модулів *Pitch shift* та *Time stretch* у програмі *Sound Forge*. Працює в трьох режимах – звуковисотного зсуву, розтягання часу або зсув методом підстановки частоти дискретизації (змінюється і висота і час).

Реставрація фонограми

У меню *Effects* є також підменю *restoration* (в раннії версіях – *Noise reduction*), що включає цілий ряд ефектів, призначених для вирізання різноманітних негативних явищ фонограми.

Click/Pop eliminator виявляє та знищує різного роду потріскування, властиві записам з вінілових платівок. Для застосування цього ефекту слід спочатку знайти потріскування (detect), а потім застосувати сам ефект (OK), що для великих файлів може зайняти навіть цілу годину. Для початківців ми рекомендуємо застосовувати опцію autofind threshokd levels (тобто автоматичний пошук), налаштування параметрів вручну вимагає значного досвіду.

Clip Restoration – ефект, який відновлює обрізані хвилі заповненням секцій новим аудіоматеріалом. Обрізування (*Clipping*) виникає в тому разі, якщо амплітуда сигналу перевищує максимально допустиму.

Hiss reduction вирізає високочастотний шум, властивий записам з магнітофонних касет.

Noise reduction працює подібно аналогічному модулю в Sound Forge. Виділивши фрагмент файлу, що містить тільки шум, слід проаналізувати його спектр, натиснувши кнопку *Capture profile*, після чого, виділивши потрібний фрагмент (можна у тому ж вікні натиснути кнопку *select entire file*, щоб вибрати увесь файл). У тому ж вікні визначаються й параметри шумопригнічення – зокрема, величина пригнічення та FFT size.



Мал. 75 Синтез звуку

Синтез звуку

Програма має три інструменти синтезу звуку, найцікавіший з яких модуль генерування тонів, що викликається командою generate -> tones. Цей модуль реалізує як підсумовувальний так і, частково, операторний синтез (*мал.* 75).

До базової частоти (*Base frequency*) можна додати ще 4 частотних компоненти (*Frequency*)

components), відношення яких задається пропорцією (можна задавати як цілі, так і дробові величини), а також їх амплітудою (що задається у відсотках до базового компоненту).

Крім того базова частота може періодично коливатися в межах частоти "Modulated by" з частотою "Modulation frequency". Якщо ці величини відносно невеликі, модуляція сприйматиметься як вібрато. При достатньо великій Modulated by звук сприйматиметься як глісандуючий, а при великих обох величинах результатом стане специфічне тембральне забарвлення, якщо відношення до того ж будуть непропорційні – створюватиметься мультифонічний звук.

Робота в багатодоріжковому режимі

Описані нами прийоми редакції та аналізу стосувалися однодоріжкового режиму програми. Проте перевагою програми є можливість працювати з кількома звуковими доріжками та зводити їх в один файл. Для того щоб "перекинути" файл з однодоріжкового режиму в



багатодоріжковий, слід скористатися командою Edit -> Insert in Multitrack або просто сполученням клавіш ctrl+М. Також, виділивши певний трек, можна імпортувати до нього будь-який звуковий файл командою file -> import або *insert* -> audio.

Тепер оглянемо вікно програми в багатодоріжковому режимі (*мал.* 76).

Мал. 76 Вікно багатодоріжкового редактора в програмі Adobe audition

Основне вікно являє собою ряд доріжок, на яких розміщені звукові фрагменти, вони представлені прямокутними вирізками. Їх можна вільно посувати по горизонталі й по вертикалі, а також копіювати і вставляти із треку в трек. Можна також розрізати фрагмент на дві частини на місці курсора (кнопка *split* або просто *ctrl+K*). Ліворуч кожна доріжка має вікно її налаштувань, де ми бачимо стандартні мікшерські кнопки: **M**: *mute* – сигнал доріжки заглушується; **S**: *solo* – сигнал доріжки відтворюється але решта заглушується та **R**: (*record* – на доріжку здійснюється запис сигналу). Також у цьому вікні ми бачимо налаштування гучності й панорами, назва треку за замовченням нумерується, проте, при бажанні, можна присвоїти й власну.

У кожному такому фрагменті ви побачите синю (по центру) і зелену (вгорі, в інших версіях кольори можуть бути іншими) смужки. Перша з них дозволяє налаштувати обвідну панорами, а друга – гучності. На практиці ця можливість може бути корисною для монтажу фонограм, наприклад, щоб накладення кінця одного фрагмента на початок іншого сприймалося непомітно, достатньо закінчити один трек із затуханням, а інший почати з набуванням і розташувати їх, як показано на *малюнку 77*. Звичайно ж, при цьому важливо, щоб у момент накладання звуки самі по собі були ідентичними або хоча б суб'єктивно схожими.



Мал. 77 Монтаж звуку

Стисло про додаткові панелі інструментів. Вони можуть відключатися або підключатися через меню *windows*, їх також можна перетягувати мишею, зачепивши за її вкладки. Серед них звернемо увагу на поле *files*, воно, як правило, розташоване ліворуч – у ньому зібрані окремі звукові файли, завантажені в програму – їх можна безпосередньо "витягати" мишею і вставити в потрібний трек. Панель інструментів зверху викликається або прибирається через меню *view -> sortcut bar*.

Віртуальний мікшер і маршрутизація сигналу

Тепер повернемося до звукових ефектів і розглянемо яким чином їх можна застосовувати у багатодоріжковому режимі. При розгляді попереднього редактора ми вже пояснювали, що ефекти можна застосовувати "деструктивно" – коли виділяється певний фрагмент файлу і змінюється тим чи іншим ефектом і "не деструктивно" – тобто сам файл залишається незмінним, але його відтворення проходить через один чи навіть кілька ефектів, вибудованих у ланцюг. Останній спосіб дозволить нам експериментувати нескінченно без ризику втратити файл у первісному вигляді, щоправда, рано чи пізно деструктивні перетворення таки доведеться зробити.

У разі, коли звукових доріжок не одна, а декілька, виникає важливе питання **маршрутизації сигналу**, тобто питання послідовності, в якій сигнал буде проходити через ті чи інші ефекти. Так, сигнал з будь-якої звукової доріжки може подаватися або безпосередньо на вихід звукової карти фыабо ж проходити через ланцюг ефектів.

У програмі Adobe audition (а по суті, і в інших подібних програмах) існує два способи побудови спеціальної маршрутизації.

Перший з них полягає в тому, щоб просто під'єднати той чи інший ефект до заданого треку. У версії програми 3.0 для цього слід здійснити таку послідовність дій:



Мал. 78 Підключення Fx-ефектів до аудіо-доріжок

1) увійти в режим "fx" ("effects", на малюнку 78 висвітлено вгорі);

2) розширити поле налаштувань треку, для чого зачепити й потягнути мишею за край цього поля вниз так, щоб відкрилися всі його налаштування, як показано на *малюнку* 78;

3) у списку ефектів, натиснувши на стрілочці праворуч, вибрати в контекстному меню потрібний ефект та налаштувати його параметри.

Зазначимо, що в ранніх версіях програми ця операція виглядала простіше – слід було просто натиснути кнопку FX в полі налаштувань треку й додати в поле *Effect Rack* всі необхідні ефекти. Однак з часом програмне забезпечення не тільки удосконалюється але й ускладнюється, отже в версії 3.0 кожен ефект доведеться включати в окремому рядку, а також не забути активувати ефект, натиснувши *FX Power* (ліворуч від назви ефекту, та угорі над списком)²⁶

²⁶ Взагалі-то існує і зручніший, хоча інтуїтивно менш зрозумілий спосіб підключення ефектів. Він полягає в тому, щоб знайти потрібний ефект у полі *effects*, зачепити його мишею і перенести у відповідний трек так само, як ми переносили звідти звукові файли. Відмінність лише в тому, що файл можна поставити у певний момент часу звукової доріжки, ефект же діятиме від початку до кінця, якщо тільки інше не прописати в його автоматизації.

Ефект-доріжки

У принципі для кожного треку можна підібрати свій, індивідуальний набір ефектів. Однак нерідко постає задача застосувати один ефект одразу для кількох треків, наприклад, якщо на цих треках записані однотипні інструменти чи голоси. Звичайно, можна було б просто "повісити" на кожний з них один і той самий ефект з однаковими параметрами, причому ці параметри не потрібно було б навіть кожного разу налаштовувати вручну – достатньо просто зберегти налаштування в пресетах. Однак цей спосіб доволі кропіткий, а найголовніше – не дозволить нам опрацьовувати кілька треків в реальному часі.



Мал. 79 Підключення ефект-доріжок

Рішення цієї задачі полягає в застосуванні спеціальної ефектдоріжки, яка в *Adobe audition* називається "шина" (*bus*)²⁷. Для цього у версії 3.0 слід звиконати дії в такій послідовності (*мал. 79*):

1) повернутись у режим *inputs /outputs* (на малюнку кноп-ка висвітлена);

2) розтягнути до необхідних розмірів поле налаштувань треку (так само, потягнувши мишею за

нижній край поля);

3) у вікні *output* клацнути у контекстному меню *add bus* (додати ефект-доріжку) або ж вибрати з тих, які ми вже додали. Якщо потреби направляти сигнал на таку доріжку немає, замість *bus* у полі *output* має стояти *master*;

4) слід знайти підключену ефект-доріжку внизу, під усіма треками (можливо для цього доведеться використати смугу прокрутки праворуч) і "начепити" на нього ланцюг ефектів так само, як ми це робили для кожного окремого треку. Якщо ефект-доріжок використано декілька – вони різнитимуться своєю літерою, хоча, при потребі,

²⁷ Англомовний термін bus в електроніці, зазвичай, перекладається як "шина". На наш погляд, такий переклад допустимий і для програм аудіоредакторів, втім термін "ефектдоріжка" є точнішим і більш вдалим завдяки аналогії з термінами аудіодоріжка та MIDIдоріжка.

кожному з них можна привласнити ім'я, клацнувши двічі у полі з надписом "*Bus A*";

5) виходом кожної ефект-доріжки за замовчуванням буде майстер-трек, хоча, при бажанні, її можна зв'язати з іншою ефектдоріжкою і таким чином створити цілий ланцюг.

У ранніх версіях ця процедура також виглядала дещо простіше –



Мал. 80 Активація автоматизації ефектів



Мал. 81 Вибір автоматизованих ефектів для відображення

достатньо було натиснути у полі налаштувань треку кноп-*"out1"*, створити КV там ефект-доріжку (або обрати із вже створених) та, натиснувши в тому ж вікні кнопку "Properties", оснастити ефект-доріжку потрібними ефектами. Однак – можливості програм ростуть і складність користування разом з ними.

Нарешті, роботу будьякого ефекту можна автоматобто тизувати, прописати зміни його параметрів протягом звучання твору. Найпростіший спосіб це зробити – перевести Track automation mode у режим write (мал. 80) i спробувати в процесі відтворення поексперементувати з параметрами. Щоб прослухати свій результат, слід перевести опцію в режим read. Корисно також унаочнити всі

обвідні параметрів, які при цьому вийшли – для цього слід натиснути мишею на білу стрілочку, поряд із встановленням режиму, і обрати обвідну (або декілька обвідних) для відображення, при цьому використані обвідні будуть позначені зірочкою (*мал. 81*). При бажанні, ці обвідні можна просто домалювати мишею.

Зведення і збереження результатів

Для того щоб "злити" всі звукові доріжки в одну, слід скористатися командою *File -> export -> audio mixdown*. При цьому відкриється діалогове вікно, як зображено на *малюнку 82*:

xport Audio	o Mix Down		
lecent Folders	:	~]
Папка: ● 001t2.wav ● 001tr.wav ● 1tr.wav ● 001tr+.wav ● 1tr+.wav ● 2.wav ● 2sin-sq.wav	звуки v	Sound 3.way Sound 4.way Sound 5.way Sound 5.way Sound 12.way test-200tr (2).way test-Untitled (3).way ultra-100.way	Mix Down Options Source Master Track: All Tracks and Master (separate files) Bus: O Bus: O Output: [015] KX Wave SB022xa 10k1 - 1 (Stereo) Range: Entire Session
Ім'я файлу: Тип файлу:	test_mixdown.wav Windows PCM (*.wav;*.bwf)	Save Скасувати Options Доеідка	Bit Depth: ③ 32-bit ④ 16-bit Channels Image: Channel Streen ④ Steren ④ Steren Sample Rate: 144100 Hz ● Mono Embed Edit Original link data Include all Markers and Metadata Insert Mixdown Into: Edit View Image: Channels

Мал. 82 Збереження зведеної фонограми

У лівій частині цього вікна обирається директорія і назва файлу, до того ж, якщо подальше редагування вже не планується, при потребі, можна вибрати один із стиснених форматів. У правій частині – ряд налаштувань, таких як амплітудна роздільність (*bit depth*), зведення у стерео- чи моноканал, а також налаштування дитерингу, якщо роздільність зменшується. Якщо обрана опція *insert mixdown into*, одразу ж після збереження програма імпортує зведений файл у робочу область.

Інші можливості програми – MIDI та відео

Окрім роботи з аудіо, програма також дозволяє підключати відео- та MIDI-матеріал. До того ж, якщо відео у програмі можна лише переглядати, тобто при редагуваннях файлу зміниться лише аудіодоріжка, а відео лишиться незмінною, то для MIDI-доріжки новітня версія програми розробила практично повноцінний секвенсер із можливістю живого та покрокового запису та підключення плагінів у VST- або sf2-форматах. Проте робота секвенсера потребує окремого розгляду й пояснень і ми це зробимо на прикладі інших програм.

Cakewalk Sonar

Детально розглянемо секвенсер у його класичному варіанті – у програмі Sonar (тут візьмемо версію 4). Оглянемо робочу область програми (*мал. 83*):



Мал. 83 Робоча область у програмі Cakewalk Sonar

Основна її частина – це МІDІ-доріжки або "треки", що мають вигляд довгих паралельних стрічок, для зручності кожна з них відрізняється своїм кольором, який, до речі, можна змінити, викликавши в контекстному меню команду *clip properties*. У разі потреби ми можемо рухати ці стрічки як по горизонталі (тобто переміщувати у часі), так і по вертикалі (тобто переносити матеріал з однієї доріжки на іншу), для цього достатньо просто зачепити стрічку мишею і потягнути. Стандартні комбінації ctrl+C, ctrl+V, ctrl+X, delete, ctrl+Z працюють відповідно для копіювання, вставки, вирізання та видалення доріжок або ж скасування попередньої нашої операції.

Над робочим вікном програми містяться панелі інструментів, більшість із них, як правило, прихована. Щоб активувати ту чи іншу панель, слід скористатися командою *views -> toolbars* та позначити галочками потрібні.

Властивості MIDI-доріжки

Оскільки запис музики в секвенсері здійснюється на МІДІдоріжки, було б доцільно спочатку розглянути їх властивості. Для кожної доріжки існує панель налаштувань, що знаходиться ліворуч від неї (*мал. 84*). За замовченням кожна доріжка має назву типу "Track 3", але при великій їх кількості радимо привласнити кожній своє ім'я відповідно до інструмента чи елемента фактури, щоб не заплутатися потім у їх номерах. Просто клацніть двічі у полі для назви треку і введіть її з клавіатури. Наступні кнопки – M, S, R мають такі значення:



Мал. 84 Панель налаштувань MIDI-доріжки

M (mute) – заглушити доріжку;

S *(solo)* – доріжка звучить, але інші заглушені. Іноді, коли звучання "брудне", буває корисно прослухати всі доріжки окремо, щоб з'ясувати, де вкралася помилка;

R (*record*) – на доріжку здійснюється запис з MIDI-клавіатури. Якщо функція активована на кількох доріжках, запис здійснюватиметься на декількох одночасно.

Якщо вікно налаштувань розгорнути (кнопками вгорі праворуч або просто потягнувши мишею за нижній край), ми побачимо ряд додаткових параметрів. Параметри гучності й панорами регулюють відповідні параметри, проте, є сенс їх використовувати, якщо не задіяні контролери № 7 та № 10 відповідно. В іншому випадку програма зчитуватиме значення контролерів.

Нижче розташовані налаштування параметрів входів і виходів MIDI-сигналу. Іприт – у цьому полі відображається MIDI-клавіатура (якщо ϵ). Якщо пристрій не підтримує маршрутизацію по різних MIDI-каналах просто ставте "*omni*". Наступне вікно *output* – за замовченням тут буде драйвер звукової карти комп'ютера, проте, якщо ви підключите DX- чи VST-інструменти, вони відобразяться в цьому списку. Яким чином їх підключати й навіщо ми опишемо далі.

Наступне вікно "channel" – МІДІ-канал, на який записуватимуться усі події. Канал Bank дозвояє підключати додаткові банки звуків, що можуть збагатити вашу темброву палітру. За замовчанням тут будуть стояти рисочки ---, проте якщо у вас є банки звуків у форматі .sf2 (а їх можна придбати, деякі – знайти в Інтернеті), ви можете підключити їх до програми через меню Options -> Soundfont..., яка відкриє діалогове вікно, що має вигляд приблизно як на малюнку 85. Кнопкою attach ви можете додати до списку банки звуків, вказавши їх місцезнаходження на вашому жорсткому диску, кнопкою dettach – вилучити.

Sou	ndFont Banks	
0	General MIDI	Close
	G:\SF2\Soundfonts Soundfont Sf2[250 Files]Share Please\Soundfonts soun	
2	 k)	
3	 k>	Attach
4	 k>	
5	 k>	Detach
6	 k>	
7	 k>	Locations
8	 k>	
9	 k>	
10	 k>	нер
11	 k>	
12	 k>	
13	 k>	
14	 k>	
15	 k>	
16	 k>	
17	 	
18	 	

Мал. 85 Вікно для підключення звукових банків

Зміст вікна *Patch* залежитиме від того, який банк інструментів підключено. Якщо вибрано синтезатор звукової карти комп'ютера, то в цьому вікні ви побачите стандартний набір General MIDI, проте банки звуків можуть містити будьякий набір тембрів, їх може бути значно менше ніж 128 (проте, в жодному разі не більше).

Інші налаштування:

key+ – транспозиція, якщо відрізняється від нуля, всі ноти будуть транспоновані на відповідну кількість півтонів вверх чи вниз.

Time+ – усі повідомлення будуть зсунені в часі вперед або назад на зазначену кількість "тіків" (*tick*) – найдрібніших відносних одиниць відліку часу.

Значення **chr** (хорус) та **rev** (реверберація) підтримуються відносно небагатьма звуковими модулями, додаючи ефект хорусу або реверберації. Якщо ж звуковим модулем підтримка цих контролерів не передбачена, застосування цих контролерів не матиме жодного ефекту.

Що стосується налаштувань scale і root note, то вони пов'язані лише лише з відображенням нот на нотному стані.

Відлік часу

Зосередимо увагу на такому питанні, як відлік часу у секвенсері. У секвенсерах відлік часу ведеться у два способи – абсолютний і музичний. Якщо абсолютний – це звичні нам секунди і долі секунд, то музичний – відлічується в тактах і долях такту. Найдрібніша одиниця виміру – *tick*. Кількість "тіків" в одній долі такту може становити від 48 до 960. Вона визначається налаштуванням *options -> project -> ticks per quater-note*. Звичайно, чим більше тіків у долі, тим більша точність встановлення МІDІ-події, проте, навряд чи в цьому завжди буває необхідність. Між відносним часом і абсолютним існує залежність, що визначається темпом. Темп у секвенсерах визначається кількістю ударів метронома на хвилину (*bmp – beats per meter*), тобто, наприклад, одна доля в темпі 60 bmp дорівнюватиме рівно одній секунді, а в темпі 120 bpm – 0,5 с.

Запис же у відносних долях має такий вигляд: тт:дд:ttt, тобто, наприклад, запис 10:01:060 означатиме 10-й такт, перша доля, 60-й тік. Якщо тіків у такті – 120, то 60-й тік припаде рівно на другу вісімку.

Запис MIDI-доріжок в реальному часі

Тепер перейдемо до запису. Якщо у Вас є МІDІ-клавіатура, то для початку запису слід просто активувати кнопку R на відповідній доріжці й на транспортній панелі (*мал. 86*) натиснути клавішу *Record* або ж просто клавішу *R*. Програма розпочне запис.



Мал. 86 Транспортна панель

З правого боку на панелі знаходиться вікно, де відображається **темп** відтворення та, відповідно, запису. Сюди можна ввести будь-яке значення від 8 до 1000 bpm. Якщо темп повинен змінюватись у середині твору, слід скористатись кнопкою *insert tempo* (правіше). У діалоговому вікні, що відкриється, можна вибрати дві можливості – або змінити попередній темп або ж вказати де саме відбудеться зміна темпу.

Перші доріжки зручніше записувати під **метроном** – для цього слід активувати панель метроному командою *views -> toolbars*, вона представлена на *малюнку* 87:

Мал. 87

Пояснимо властивість зображених на панелі кнопок зліва направо. Як правило, буває зручно, щоб перед стартом запису метроном відрахував "пустий такт" і лише з наступного приступати для запису. Для цієї мети служить вікно, де задається кількість тактів (якщо активована наступна кнопка із зображенням цілої ноти) або долей (якщо активоване зображення чвертки). Метроном може працювати при відтворенні (якщо активована 4 кнопка зліва), при запису (якщо активована 5 кнопка), або ж взагалі бути відключеним (жодна з них не активована). Наступні дві переключать режими метронома – аудіо або MIDI. Взагалі для запису MIDI рекомендуємо використовувати "MIDI-метроном", а аудіо залишити для запису звуку через мікрофон, в іншому разі метроном може просто "не попадати в долю". Звук метронома також можна налаштовувати в меню *options -> project* на вкладці *metronome*.

Покроковий запис

Step Record - Abba.mid	
Step Size	
	n 120 = ticks
Tuplet: 3 in time of 2	Step Size: 120 Ticks
Duration	Note Properties
Follow Step Size	Pitch: 🔽 Use Input 🛛 🖸 🚽
% of note value: 100 = %	Velocity: 🔽 Use Input 100 🖃
Randomize by: 5 3 8	Channel: 🔽 Use Input 🔤 1
Destination Track	Navigation
	Auto Advance Offset: 0 ± ticks
7: Track 7	Link to Now Time
Pattern	Delete on Back Step
	4:01:000
	Bas.

Мал. 88 Налаштування покрокового запису

Якщо в реальному часі записати партію інструмента важко, можна скористатися покроковим записом. Для цього слід виконати команду меню *transport -> step-record*, що викличе діалогове вікно (*мал. 88*).

Пояснимо значення його налаштувань. У верхньому рядку ви обираєте тривалості нот, які ви будете вводити, а точніше величину кроку. Природ-

но, якщо ритмічний малюнок містить різні тривалості, доведеться весь час переключати величину кроку. Величина кроку може бути заданою і кількістю тіків, якщо активовано кнопку **n**, а відповідна кількість вказана у вікні поруч. Можна набирати й тріолі або інші фігури, активувавши меню *tuplet*. Величина кроку та тривалість ноти тотожні, якщо у полі *duration* відмічено галочкою *follow step duration*. Виконання нот, записаних у такий спосіб, нагадуватиме легатний штрих. Якщо ж потрібна імітація нон-лігатного або стакатного штриху, варто застосувати тривалості менші, ніж величина кроку. Наприклад, фігура

при значенні *step duration* 50% виглядатиме вже як $\sqrt[3]{}$ $\sqrt[3]{}$ $\sqrt[3]{}$ $\sqrt[3]{}$ $\sqrt[3]{}$ $\sqrt[3]{}$ *Randomize by* означає відхилення від правильного ритму на випадкову величину в межах заданого. У сольних епізодах розупорядкування може сприяти враженню живого виконання (на практиці, музикант ніколи не грає з математичною точністю), однак, для інструментів ритм-секції скоріше спричинить хаотичність звучання.

Тепер обираємо доріжку, на яку здійснюватимемо покроковий запис (*destination track*), тоді активація **R** обов'язкова. Натискаємо activate step record (кнопка праворуч внизу вікна) і записуємо. Кнопки у передостанньому рядку дозволяють у будь-який момент перейти на крок назад чи вперед (*step backward, step advance*), водночас, можна перейти вперед чи назад також на цілу долю або на цілий такт.

Режими редагування MIDI-доріжок

Так чи інакше, методом живого чи покрокового запису рідко вдається досягти бажаного результату одразу ж. І тоді доріжки доводиться редагувати вручну. Теоретично вручну можна запрограмувати доріжки й з нуля. Для тих, хто добре володіє нотними редакторами, можливий альтернативний варіант — нотний текст набрати в нотному редакторі, зберегти як MIDI-файл, а потім відкрити цей файл у програмі Cakewalk. У будь-якому випадку нам необхідно розглянути редактор доріжок.



Мал. 89

Для того щоб перейти в режим редагування окремої MIDI-доріжки, слід просто двічі клацнути на ній мишею. Доріжка може відкритися в одному з трьох режимів – *piano roll* (клавішний), *staff* (но-

тний) або *event list* (список повідомлень). Як правило, за замовчанням відкривається *piano roll*, однак в будь-якому випадку ми можемо переключати режими командами меню *Views* або з додаткової панелі інструментів *Views* (*мал 89*).

Copy Entire Clips as Linked Clips	ОК
What to do with existing material:	Скасувати
Blend Old and New	Довідка
Replace Old with New I Delete Whole Measures	
 Slide Over Old to Make Room Align to Measures 	

Мал. 90 Діалогове вікно при переміщенні матеріалу

Режим staff

Режим staff, або нотний peжим – найзручніший для початківців, оскільки тут всі ноти представлені на звичних нам нотоносцях. Ноти можна домальовувати мишкою, вибравши необхідну тривалість на панелі вгорі або пересувати їх мишею в тому чи іншому напрямку. Усякий раз при переміщенні однієї ноти замість іншої, програма запропонує вибрати одну з таких можливостей –

злити новий матеріал зі старим (blend old and new), замістити старий матеріал новим (replace old with new) або ж перемістити весь наступний матеріал назад (slide over old to make room), причому, якщо позначити галочкою Align to measures, переміщення відбудеться зі збереженням структури тактів (мал. 90).

Якщо клацнути по ноті правою кнопкою миші, відкриється діалогове вікно її властивостей (*мал. 91*), кожну з яких можна, при потребі, змінити. Це – час у музичному форматі, звуковисотність, динаміка²⁸ та тривалість.

²⁸ Дослівно velocity означає "швидкість" – розробники мають на увазі швидкість, з якою музикант натискає клавішу на MIDI-клавіатурі. Проте, на наш погляд, оскільки в українській виконавській традиції прийнято говорити про різну "силу", або "динаміку" звуковидобування, то і відповідний параметр ліпше називати "динамікою".

Note Pro	perties	-
Time:	10:02:000	ОК
Pitch:	A 5	Cancel
Velocity:	100	Help
Duration:	1:000	
Channel:	1	
Fret:	5	
String:	1	

Мал. 91 Вікно налаштування властивостей окремої ноти

Режим piano roll

Редактор *piano roll,* або *клавішний режим* своїм виглядом нагадує фортепіанну клавіатуру (власне, її ми бачимо ліворуч), що розтягнулася нескінченою стрічкою зліва направо *(мал. 92).* Відлік тактів ведеться на шкалі зверху, а кнопками, що розташовані в правому нижньому кутку, ми можемо змінювати масштаб по вертикалі та горизонталі.

Самі ж ноти відображаються подовженими прямокутниками – чим довший прямокутник, тим довша тривалість ноти. Будь-який з них

можна довільно редагувати – змінювати його положення або довжину, для цих операцій достатньо "зачепити" його мишею і потягнути. Клацнувши по ноті правою кнопкою миші, отримаємо вікно властивостей, таке ж саме, як і в нотному режимі.



Мал. 92 Робоче вікно програми в клавішному режимі

Тепер розглянемо панель інструментів над робочим вікном (мал. 93):

Ряд інструментів ліворуч визначають характер доступних операцій над нотами. Якщо обрана стрілочка – ми можемо лише пересувати ноти, однак, не можемо змінювати їх тривалості. У цьому режимі ми можемо обрати також одразу декілька нот – для цього слід просто клацнути мишею на порожньому полі й, утримуючи ліву кнопку натиснутою, окреслити прямокутник, що охопив би потрібну кількість нот. Виділені ноти забарвлюються у темний колір – тепер будь-яка операція з переміщення стосуватиметься усіх виділених нот. Інший інструмент, олівець (draw tool), дозволяє "домальовувати" нові ноти або ж змінювати тривалість існуючих (при наведенні олівця на існуючі ноти, він приймає форму подвійної стрілки). Ще один інструмент – гумка (erase tool), призначений для стирання нот, хоча цю операцію можна здійснювати й кнопкою delete.

Скажемо кілька слів про режим "мікроскопа" – нещодавній винахід розробників. Якщо він активований кнопкою , курсор миші працюватиме як "лупа", збільшуючи масштаб перегляду подій. У будьякий момент цей "мікроскоп" можна відключити або включити знову.

Далі йде ряд кнопок з нотними тривалостями – їх використовують при введенні нотних тривалостей олівцем. Водночас, крапка дозволить вводити тривалості з крапкою, а "3" – тріольні тривалості.

Інструмент "snap to grid" визначає роздільність введення нот олівцем (*мал. 94*), тобто, наприклад, якщо роздільністю вибрана половинна тривалість (*half*), то будь-яка нота може бути введена лише на першу або третю долю 4/4-ного такту, а якщо ціла (*whole*), то лише на першу. До речі, цей інструмент доступний і при багатодоріжковому перегляді, в цьому випадку обмеження виникатимуть при переміщенні доріжок. У нових версіях програми, щоправда, передбачений і своєрідний "компромісний" варіант роздільності, якщо активовано режим *Magnetic strength*, ноти можна буде підтягувати більш вільно.

Кнопка *PickTracks* дозволить вам швидко переходити з одного треку на інший. У ранніх версіях секвенсерів можна було одночасно переглядати лише одну доріжку, в нових, однак, можна вибрати для перегляду декілька. У такому разі ноти висвітлюватимуться різними кольорами – для кожної доріжки своїм кольором. У цьому режимі ноти усіх показаних доріжок доступні для редагування, однак введення нових нот здійснюватиметься лише на той трек, який в даний момент виділено у багатодоріжковому режимі (*track view*).

Musical Time	Half	ОК
Diale a standard duration or enter	Measure	Скасивати
a number of ticks.	Whole	CROCybarn
	Half Triplet	Довідка
	Quarter Quarter Triplet	
	Eighth	
Absolute Time 0,000	🛔 Seconds 🗸 🗸	
Landmarks	Mode: 🔘 Move To	
Events	Move By	
Clips	Magnetic Strength:	
Audio Transients	Off	
	C Low	
— —	Med	
Snap to Audio Zero Crossings	🔘 High	

Мал. 94 Встановлення роздільності введення нот

Event list

Event list або *список повідомлень* являє собою структурований список MIDI-повідомлень. Хоча на вигляд цей список занадто складний, щоб, наприклад, прочитати в ньому мелодію, проте, він стає корисним, коли треба детально розглянути послідовність повідомлень. Фрагмент подібного списку представлено на малюнку 95.

	Trk	HMSF	MBT	Ch	Kind	Data			
	9	00:00:00:00	1:01:000	9	Control	11 Expression	127		
	9	00:00:00:01	1:01:010	9	Control	121	0		
	9	00:00:00:02	1:01:015	9	RPN	Pitch Bend Sensitivity	700		
	9	00:00:02:12	2:01:000	9	Note	A 2	100	90	
	9	00:00:03:00	2:02:000	9	Note	A 2	47	15	
	9	00:00:03:09	2:02:060	9	Note	A 2	100	60	
	9	00:00:03:27	2:03:060	9	Note	E 3	100	1:000	
	9	00:00:04:03	2:03:103	- 9	Wheel	0)		
	9	00:00:04:03	2:03:105	9	Wheel	512	2		
	9	00:00:04:04	2:03:106	9	Wheel	1152	2		
	9	00:00:04:04	2:03:108	9	Wheel	1664			
	9	00:00:04:04	2:03:109	9	Wheel	2304			
· · · · ·	9	00:00:04:04	2:03:111	9	Wheel	2944			
	9	00:00:04:04	2:03:112	9	Wheel	3456			
	-			-					

Мал. 95 Списковий редактор

Пояснимо значення стовпців зліва направо.

Trk - track, тобто номер MIDI доріжки.

HMSTF – час у форматі години:хвилини:секунди:фрейми.

МВТ – час у форматі – такти:долі:тікі.

Ch – номер MIDI-каналу.

Kind – тип MIDI-повідомлення. Як правило, повідомленя різних типів відрізняються кольором.

Data – значення параметру. Якщо повідомлення передбачає кілька параметрів, вони займатимуть кілька стовпчиків, зокрема, для нот перше значення вказує звуковисотність (*pitch*), друге – динаміку (*velocity*), третє – тривалість (*duration*).

Кожне значення, в тому числі й тип повідомлення, можна редагувати, клацнувши по ньому мишею двічі. Для зручності на панелі інструментів вгорі можна налаштувати список так, щоб він відображав лише вибрані типи повідомлень.

Кнопки insert event та delete event (мал. 96) дозволяють відповідно додати або вилучити повідомлення, до речі, те саме можна зробити відповідними кнопками і з клавіатури. *Pick Tracks*, як і в попередньому випадку, дозволяє вибрати доріжки для відображення в списку.



Обробка фрагментів МІДІ і аудіо

Якщо досі ми досліджували головним чином можливості редагування кожного повідомлення окремо, то тепер розглянемо ряд інструментів, які дозволяють редагувати MIDI цілими фрагментами. Частина з цих інструментів може редагувати також і аудіодоріжки, якщо такі виділені. Ці інструменти доступні в меню *Process*. Розглянемо їх поступово.

Quantize – функція вирівнювання нот, корисна, наприклад, у тому випадку, коли матеріал зіграно на клавіатурі неточно, нерівно, але потрібно вирівняти (*мал. 97*). Функція має такі параметри.

Resolution – розділення квантування, тобто тривалості, до яких треба округлити час взяття усіх нот.



Мал. 97

Strength – точність квантування, якщо менше 100%; квантування виконується лише з деяким наближенням.

Swing – свінг, тобто відношення кожної першої тривалості до кожної другої. Рівномірний рух, властивий класичній музиці відповідатиме значенню 50%, тоді як

для джазової музики властивим було б квантування по вісімках зі свінгом приблизно 60-67%.

Window – "вікно" між сусідніми долями, що підлягає квантуванню. При 100% "вікні" квантуванню підлягає весь простір. Зі зменшенням "вікна" між долями утворюється проміжок, що не підлягає квантуванню. Наприклад, при квантуванні вісімками з вікном 99% шістнадцятки залишатимуться на своїх місцях, а з вікном 65% незмінними залишатимуться й тріольні вісімки.

Offset – постійне відхилення від музичних долей у тіках.

Нарешті, квантування можна застосовувати лише до часу взяття ноти, а можна й до її тривалості, а якщо зняти галочку *only notes, lyrics and audio* квантування охоплюватиме також і повідомлення контролерів.

Transpose транспонує фрагмент на заданий інтервал вниз або вгору. Якщо позначити галочкою *transpose audio*, ефект торкнеться також і аудіодоріжок, щоправда, слід пам'ятати, що значний звуковисотний зсув аудіо призводить до спотворення тембру звучання.

Slide пересуває вибрані MIDI-повідомлення на заданий інтервал вперед або назад. При цьому вибраний фрагмент накладається на подальші.

Nudge дослівно означає "штовхати ліктем", він спричиняє зсув матеріалу на невеликий інтервал назад, вперед, вгору або вниз. Інтервал зсуву можна змінити якщо увійти в меню *Process->Nudge->Settings*.

Interpolate – функція, що переносить певний матеріал з одного діапазону в інший. Працює у два кроки – в першому слід вибрати вихідний діапазон подій (тобто повідомлень будь-якого типу), у другому – кінцевий діапазон. У залежності від налаштувань можна здійснити транспозицію, компресію, інверсію або просто автозаміни, наприклад:

	Дiana	зони	Дія	
Параметр	Вихідний (1 вікно)	Кінцевий (2 вікно)		
Note, Key	E2-E4	E3-E5	Транспозиція на октаву вгору	
Note, Key	E2-E4	E4-E2	Інверсія нот	
Note, Key	E?-E?	F?-F?	Заміна нот "мі" на "фа" в усіх октавах	
Note, velocity	50-127 80-127		Динамічна компресія	

Length – інструмент для зміни тривалості подій, зручний, коли треба змінити штрих виконання, або, наприклад, розтягнути чи стиснути в часі довгу імпровізаційну каденцію. Для МІDІ-повідомлень він має два режими – *start times* змінить час, коли повинна бути взята та чи інша нота, що фактично означає або пришвидшення або уповільнення, а *duration* – лише тривалість нот, фактично це змінює лише штрих, самі ж ноти залишаються "на своїх місцях". Може й комбінувати зміну тривалостей нот та їх зсув у часі. Якщо активовано опцію *stretch audio*, аудіодоріжки також будуть розтягнуті або стиснені у

часі, проте нагадуємо, що для аудіоматеріалу такий ефект може призвести до спотворення якості звучання, особливо, якщо тривалість звучання змінюється значною мірою.

Scale velocity – призначений для редагування динаміки (параметр velocity) і зручний, коли треба зробити поступове diminuendo або crescendo. Має два режими – якщо percentage не активовано, динаміка вибраних нот починатиметься від значення begin і поступово змінюватиметься до значення end, якщо percentage активовано, первісна динаміка змінюватиметься відповідно на зазначену кількість відсотків. Нагадаємо, що максимальне значення velocity в MIDI завжди дорівнює 127.

Retrograde – всі МІДІ-події ідуть у реверсному напрямку.

Deglith – видаляє усі повідомлення, вище заданої ноти, тихіше заданої динаміки та коротше заданої тривалості.

Fit to time діє фактично так само як і *length*, з тією лише різницею, що тут задається одразу час, в який повинен вкластися музичний матеріал, а всі необхідні для цього обчислення програма робить сама.

Робота з контролерами

Тепер зупинимось на редагуванні контролерів. Вони відображаються у списку повідомлень червоним кольором, проте зручніше їх редагувати в клавішному режимі. Для цього слід активувати додаткову стрічку або кілька стрічок, як зображено на *малюнку 98*.



Мал. 98

Для переходу в цей режим слід натиснути клавішу (*use control panel*). У ранніх версіях програми можна було активувати

лише одну стрічку контролерів (*controller pane*), обравши потрібний контролер та канал у вікні, зображеному праворуч.



Мал. 99

У версії Sonar 7.0, а також ряді інших програм можна активувати одразу декілька стрічок. У Sonar додавати чи приховувати їх слід кнопками + та – внизу кожної стрічки. Інші стрічки можна додавати знаком +. А для

того щоб вибрати, які саме події будуть відображатися, слід викликати контекстне меню з віконця над клавіатурою, як зображено на малюнку. Якщо потрібного контролеру у списку немає, його слід додати командою *New value type (мал. 99)* та вибравши потрібний зі списку, що відкриється.

Як правило, першою за замовчанням з'являтиметься стрічка velocity – тут вступу кожній ноті відповідає вертикальна риска, висота якої відповідає значенню параметра. Як правило, початково це значення залежить від того, яким чином прописувалась доріжка на MIDIклавіатурі. Однак в будь-який момент можна взяти "олівець" і "намалювати" динаміку відповідно до наших потреб. При цьому якщо ми виділимо окремі ноти, олівець домалює динаміку лише до виділених нот і не зачепить не виділених – це може бути зручно, якщо, наприклад, нам потрібно підсилити лише ноти певної звуковисотності.

Тепер розглянемо інші типи МІDІ-повідомлень. Одразу зауважимо – в кожній стрічці повідомлення вступає в дію, як тільки секвенсер його прочитає і закінчує дію лише з іншим повідомленням. Наприклад, якщо в першому ж такті повідомлено панораму "20 ліворуч", то уся доріжка панорамуватиметься на 20 ліворуч до того моменту, поки не буде прочитано, наприклад, повідомлення "20 праворуч". Цю властивість слід пам'ятати, якщо ми починаємо програвання файлу з середини – окремі МІDІ-повідомлення в такому разі секвенсер може просто не прочитати. Тепер про типи повідомлень по порядку.

Wheel – це колесо звуковисотності. Якщо ним устаткована ваша MIDI-клавіатура, його можна записати і в реальному часі, якщо ні – можна взяти олівець і його домалювати. *Wheel* може приймати значення від +8191 до -8191, що відповідає зміщенню на *один тон* вгору або вниз відповідно, проте, якщо попереду прописати значення *RPN Pitch Bend Sensivity*, цей діапазон можна розширити або звузити. Приміром, значення *RPN Pitch Bend Sensivity* "256" відповідає діапазону ± 1 тон, "512" – ± 2 тони, "1536" – \pm октаві і так далі.

Chanel Aftertouch (ChanAft) – функція післядотику, може бути корисною лише в тому разі, якщо ваша MIDI-клавіатура підтримує функцію *aftertouch*, тобто чутливість до тиску на клавішу вже після її натиснення. Тут важко підібрати аналогію з акустичними клавішними інструментами, радше цю техніку гри можна порівняти з технікою вібрато скрипаля або гітариста. *Aftertouch* може змінювати гучніть, звуковисотність або інші параметри звучання, в залежності від налаштувань синтезатора.

Controllers – контролери, що дозволяють запрограмувати такі тонкі нюанси, як глибина вібрації (modulation – № 1), просторову локалізацію (panorama – № 10), гучність або "виразність" (expression – № 11), продовження звуку (sustain – № 64). Деякі інструменти можуть підтримувати також контроль глісандування (portamento time – № 5), характер атаки (attack time – № 73) та затухання (release time – № 5), характер атаки (attack time – № 73) та затухання (release time – № 72). Окремо скажемо про контролер № 7 – Volume. Значення цього контролера відображається на мікшері як рівень гучності відтворення, за характером він ідентичний контролеру № 11 і тому, якщо МІDІ-файл планується відтворювати, скажімо, для караоке, рекомендуємо для динамічних ефектів використати 11-й контролер, а 7-й залишити для можливості керування на мікшері в реальному часі.

Insert Series of Controllers	
Insert	ОК
Pitch Wheel	Cancel
Controller O NRPN	
	Help
Number:	
7-Volume	
MIDI Channel: 1	
Value Range Time Range	
Begin: 0 [★] From: 6:01:000 [★]	
End: 0 🚔 Thru: 9:03:000 🚔	
Tip: You may also 'draw' controllers using the Piano Roll To do so, select a track, then choose View I Piano I	view. Roll.

Мал. 100 Створення серії повідомлень контролерів

RPN та NRPN, або відповідно *Registered Parameter Number,* як правило, змінюють параметри дії того чи іншого контролера в реальному часі. Наприклад, як ми вже згадали, *Pitch Bend Sensivity* змінює параметри дії регулятора *Wheel*. При цьому дія RPN поширюється повністю на інструмент, що відтворює MIDI, а NRPN – лише на окремі, встановлені команди.

У програмі *Sonar* існує зручний інструмент для роботи з контролерами, що викликається командою

Insert ->Series of controllers, що означає створення серії повідомлень контролерів (мал. 100). Звичайно, таку серію можна намалювати мишею на відповідній стрічці, проте якщо потрібна велика точність, ліпше скористатись саме цією командою. У діалоговому вікні задається

тип повідомлення, час початку та кінця серії (*time range*) і значення (*value range*). Встановлення музичного темпу в MIDI.

Встановлення музичного темпу в MIDI

Tempo	
Tempo: 102.85	OK Cancel Help
 Change the Most Recent Temp Insert a New Tempo Starting at Time: 1:03:000 	

Мал. 101 Вікно встановлення темпу Питання встановлення темпу в MIDI вирішується просто, якщо зміни темпу в середині композиції не передбачаються – слід просто поставити потрібний темп у вікно Тетро на панелі інструментів. Якщо вам важко зорієнтуватись, яке числове значення має бажаний темп, можна викликати вікно *Insert->Tempo change* і поклацати у потрібному темпі мишею (або клавішею *enter*) по кнопці *Click here to tap tempo* – темп клацання відобразиться у вікні Тетро (*мал. 101*).

Якщо ж зміни темпу передбачаються доволі складні, рекомендуємо перейти у режим *tempo track* через меню *View->Tempo*. Тут всі зміни темпу можна запрограмувати графічно. Наприклад, поступове прискорення виглядатиме, як лінія, що йде вгору, а заповільнення – як крива, що йде вниз. У цьому вікні лінії можна малювати не тільки "олівцім", але й "лінійкою" (draw line tool), можна також запрограмувати поступову зміну темпу командою *Insert -> Series of tempos*, в цьому разі параметри можна встановити точніше.

Плагіни CAL

Програма Sonar має унікальний метод для редагування MIDIповідомлень, викликом, так званих, "кол-програм" – програм з розширенням *cal*. Ці програми являють собою певні складні алгоритми обробки і замінюють іноді сотні елементарних операцій, а відтак і економлять наш час. Водночас ці алгоритми застосовуються переважно для дуже складних MIDI-ефектів, що "оживляють" звучання, що особливо важливо, якщо кінцевий продукт – MIDI-грама чи файл караоке.

Техніка використання плаґіну полягає в тому, що: спершу слід вибрати фрагмент для обробки, а потім виконати команду меню *Process ->Run call* (Ctrl+F1). З'явиться вікно браузера з рядом файлів із розширенням .*cal*. Вибравши потрібний файл слід просто вказувати у діалогових вікнах потрібні параметри. Тут ми опишемо дію лише найкорисніших, на наш погляд, алгоритмів. **Double** видаляє "подвійні" МІDІ-повідомлення, тобто ідентичні повідомлення, що припадають на той самий час. Таке може трапитися, наприклад, при накладанні МІDІ-матеріалу один на інший.

Split note to tracks розподіляє різні ноти з одного треку на різні треки. Функція корисна при перерозподілі треку ударних на кілька треків окремих інструментів.

Strum-it використовується для розбивки звуків акорду (тобто неодночасного їх взяття), як це має місце, наприклад, при виконавстві на гітарі. В параметрах – кількість тіків між нотами та напрямок розбивки.

Strum-key генерує 6-звучні акорди від кожної ноти у вибраному фрагменті, який саме акорд генерується та яка його розбивка закладається у параметрах.

Thin... ряд контролерів, що починаються зі слова *thin* стосуються прорідження серій таких повідомлень, як контролери або *wheel*. Справа в тому, що чим більше MIDI-повідомлень містить файл, тим більший, відповідно, його обсяг, а також і навантаження на процесор при його відтворенні. Тому введення повідомлень доцільно економити. Скажімо, якщо потрібно створити плавне глісандування на півтону протягом 120 тіків у достатньо швидкому темпі – зовсім не обов'язково прописувати значення висотного колеса в кожному тіку – цілком вистачить і раз на 3-4 тіки, адже вухо в такому темпі не відчує стрибучість руху.

MIDI-ефекти

У полі налаштувань кожної МІDІ-доріжки є поле FX, клацнувши правою кнопкою миші в якому можна додати ті чи інші МІDІ-ефекти. По суті, МІDІ-ефекти – це алгоритми обробки МІDІ-повідомлень, вони можуть змінювати їх характер і кількість. Проте якщо усі попередньо розглянуті нами методи призводили до зміни самого МІDІ-файлу й при збереженні змін первісний файл був би втрачений безповоротно, то МІDІ-ефекти можна підключати в реальному часі, не змінюючи самого МІDІ-файлу. Слід розуміти, що МІDІ-ефекти не можна застосувати до аудіодоріжки як і, навпаки, звукові ефекти неможливо застосувати до МІDІ-доріжки: МІDІ-ефекти впливають на послідовність МІDІповідомлень, а звукові ефекти – на ланцюг звукових хвиль.

Стисло перелічимо MIDI-ефекти, вбудовані в програму.

Arpeggiator – розкладає витримані ноти або акорди на арпеджовані фігурації, у параметрах, як правило, вказується в якому діапазоні

виконуються фігурації (*output*), з якою швидкістю (*Rate*) та в якому напрямку (*Path*).

Echo delay імітує ефект луни – за кожною нотою слідує ще ряд нот, задається кількість відлунь (*x echoes*), динаміка (може бути не тільки спадаючою, але й зростаючою), затримка між нотою й першим відлунням, а також висотний зсув – якщо відмінний від 0, то кожне відлуння буде переміщено на заданий інтервал вгору чи вниз.

MIDI event filter – цей ефект дозволяє відфільтровувати певні MIDI-повідомлення. Наприклад, він зручний в тому разі, коли для живого виконання MIDI-клавіатуру слід розділити на декілька частин і кожній частині дати відповідно свій інструмент.

Quantize – квантування тривалостей, дія якого аналогічна вже розглянутій команді *Process -> Quantize*

Style alternative 080 - straight 16ths alternative 100a - 1-4 note kick alternative 112a - tom groove alternative 112a - tom groove alternative 174 - 1-4 note kick blues 107 - gospel tiplet feel blues 107 - gospel tiplet feel blues 112 - 1-4 kick-swing-ride	Pattern Name Silence Click SN/Pick up Crash/Kick/Hat Kick/Hat SN/Hit1. var1/Kick/Hat SN/Tom fill	Length
Song Loop Count Name 1 SN/Pick up	Length 1	Time 1:00:000

Мал. 102 Інструмент для генерування барабанних партій

Session drummer – цікавий інструмент для автоматичного генерування барабанних партій. Інструмент має ряд заготовок, що класифікуються за стилями (вікно ліворуч, мал. 102). Кожному стилю відповідає свій набір заготовок (pattern). Послідовність їх виконання програмується у вікні song, щоб перенести туди вибрану

фігуру, слід натиснути кнопку "+". Послідовність цих фігур можна змінювати (кнопки "вверх", "вниз"), окремі заготовки вилучати. Врешті, всю послідовність можна зберігати в спеціальному форматі (кнопка *save song to file*) і пізніше, при потребі, скористатися ним в іншому MIDI-файлі.

Transpose – транспонування на заданий інтервал, подібний команді *Process ->Transpose*

Velocity – модифікує значення *velocity* нот в одному з таких режимів: *set to* – прирівнює до заданого значення, *change* – змінює на певне значення, *scale* – змінює на певний відсоток, *limit* – обмежує верхнє та нижнє значення, *randomize* – додає випадкову величину.

При збережені МІДі-файлу, настроєні МІДІ-ефекти не зберігаються. Для того щоб застосувати вистроєні МІДІ-ефекти, слід скористатися командою *Process -> Apply MIDI effects*.

Підключення банків звуків та програмних синтезаторів

Якщо тільки у подальшому MIDI-файл не планується програвати на різних інструментах, слід збагатити темброву палітру – 128 стандартних інструментів General MIDI, звичайно ж, не можуть охопити усього багатоманіття тембрів сучасної музики. Є декілька варіантів розширення тембральної бази.

Підключення банків звуків

Одним із різновидів програмних звукових модулів є так звані "soundfont"²⁹ – банки звуків, що мають розширення .sf2. Технологічно такий банк звуків являє собою набір семплів – тобто фрагментів звучання якогось інструмента (акустичного чи електронного), що можуть бути відтворені на різній висоті звуку та динамічному рівні, в залежності від конкретної MIDI-команди. Причому кожний семпл може бути асоційований лише з конкретним висотним і динамічним діапазоном. Як правило, чим менший цей діапазон, тим якісніше звуковий банк. Така особливість пов'язана з тим, що транспозиція спотворює тембр, до того ж у акустичних інструментів тембр тісно пов'язаний з гучністю. Відповідно – якісніші звукові банки мають більшу кількість семплів та більший обсяг. Звукові банки формату SoundFont можна як придбати, так і створити самостійно за допомогою програми Vienna SoundFont Studio, яка дозволяє підключати призначати їх відповідність різним MIDIсемпли ЗВУКУ та повідомленням. Ми повернемось до цієї теми при розгляді семплерів та синтезаторів.

У програмі Sonar підключення банків здійснюється командою *Options -> SoundFonts*, після чого у діалоговому вікні слід натиснути *Attach* і знайти потрібний файл формату sf2. Після цього потрібні банки підключаються на відповідні MIDI-доріжки.

Підключення програмних синтезаторів

Іншим різновидом звукових модулів є програмні синтезатори, насамперед **DX-instruments** та **VST-instruments**. Синтезатори цього

²⁹ Дослівно з англійської означає "звуковий шрифт". Слово "SoundFont" вважається брендовим і зареєстровано як торговельна марка корпорації E-mu Systems, Inc.

формату постачаються різними виробниками, в будь-якому разі для його використання таку програму слід спочатку інсталювати в комп'ютер. Ці програми працюють як програми-хости, програмним



Мал. 103

середовищем може виступати будь-яка програма багатоканального зведення, в тому числі й Cakewalk Sonar.

Щоб підключити синтезатор до однієї з МІDІ-доріжок слід здійснити такі дії. Спочатку ввести в дію синтезатор командою *Insert -> Soft synth*³⁰. Після цього, як вихід (*output*) доріжки, слід призначити

синтезатор. При цьому програма створює спеціальну доріжку, на вході якої буде підключений синтезатор (*мал. 103*), а на виході – драйвер вашої звукової карти. Хоча на цій доріжці й не відображатиметься звук у його хвильовій формі, до цієї доріжки можна підключати різноманітні звукові ефекти.



Мал. 104 Панель під'єднаних синтезаторів

Можна також викликати команду меню View -> Synth Rack. У цьому випадку відкриється вікно, в якому будуть представлені усі підключені синтезатори (мал. 104). На верхній панелі ми бачимо ряд кнопок: "+" додає новий синтезатор, delete – вилучає. Наступна кнопка, Properties відкриває вікно самого синтезатора –

тут кожен синтезатор має властиве йому вікно налаштувань. Детально ми розглянемо модулі, що підключаються, далі. Тут розглянемо лише декілька важливих аспектів роботи з ними.

³⁰ Первісно Cakewalk працював лише з DX-інструментами, а для використання VST слід було запустити спеціальний *Cakewalk VST-адаптер*, команда ж для запуску VST мала вигляд *Insert ->DXi*

Робота з під'єднувальними програмними синтезаторами

Затримка сигналу

Першою проблемою, яка, зазвичай, звертає на себе увагу при підключенні програмних синтезаторів стає затримка *(latency)*, тобто певний проміжок часу, який проходить між натисненням клавіші на клавіатурі та появою звуку. Ця затримка стає особливо відчутною у швидких темпах і значно ускладнює, якщо не унеможливлює, виконання в реальному часі. Причина такої затримки полягає в тому, що системі потрібен певний час для буферизації та відтворення сигналу.

Mixing Latency	
Buffers in Playback Queue: 2	
Buffer Size:	10,0 msec
Fast Safe Effective latency at 44kHz/stereo: 10,0 msec	

Проте в певних межах цю затримку можна регулювати. Команда меню *options* -> *audio* відкриває вікно налаштувань звуку, в якому є настроювання часу затримки (*мал. 105*). Зменшуючи розмір

Мал. 105 Налаштування часу затримки

буфера, можна зменшити затримку до 10 мс, що практично не відчутно. Проте зменшення розміру буфера збільшує навантаження на процесор, що може призвести до некоректного відтворення й навіть зависання системи. Як правило, чим більше підключено синтезаторів, тим більшим доводиться робити буфер і, відповідно, час затримки.

Вирішенню цієї задачі може сприяти застосування функції freeze ("заморозити", команда track -> freeze) або відповідна кнопка у вікні Synth Rack. При застосуванні цієї функції програма конвертує доріжку у звичайний аудіотрек без ефектів, завдяки чому навантаження на процесор зменшується. Якщо виникає потреба продовжити редагування "замороженої" доріжки, її можна "розморозити" командою track -> unfreeze або відповідною кнопкою у вікні Synth Rack.

Автоматизація

Оскільки кожен синтезатор, як правило, має досить багато регуляторів, які так чи інакше змінюють характер звуку, нерідко виникає бажання запрограмувати подібні зміни в процесі звучання. Наприклад, поступово змінювати гучність, або тембр інструмента. Ми вже стикалися з автоматизацією звукових ефектів в аудіоредакторах, і для під'єднувальних синтезаторів процедура – аналогічна.

Для того, щоб прописати зміни того чи іншого параметра, слід активувати режим *Auto-matation write* (в меню *Track* або кнопкою W) і в процесі відтворення регулювати потрібні параметри синтезатора. У результаті ви отримаєте декілька кривих, кожна з яких відповідатиме налаштуванням того чи іншого параметра (мал. 106). При потребі, ці криві можна редагувати вручну, зачепивши й потягнувши мишею за точки на лініях. До речі, команда автоматизації відображається і в списку *event list,* проте редагуванню в цьому режимі вони недоступні.



Мал. 106 Автоматизація ефектів

Слід також врахувати, що автоматизація озвучується лише якщо включено режим *Automatation read,* в іншому випадку програма не реагуватиме на автоматизацію ефектів. Врешті, автоматизацію можна "заморозити" командою *track* -> *freeze* – це зменшить навантаження на процесор при подальшій роботі і, в той же

час, дозволить у будь-який момент повернутися до роботи над доріжкою, розморозивши її командою *track -> unfreeze*.

Збереження роботи

Програма *Cakewalk Sonar* дозволяє зберігати результати роботи в різних форматах. По-перше, програма має ряд власних форматів:

.cwp – це формат проекту, що зберігає всю інформацію MIDI, налаштування доріжок, ефекти і т.п. Проте цей формат не передбачає збереження прикріпленого до проекту аудіо, зберігається лише посилання на аудіофайли. Відтак, проект, відкритий на іншому комп'ютері, може не знайти доступу до вихідних аудіо.

.cwb – формат, що зберігає всю інформацію включно з аудіо. В цьому форматі файл можна переносити на інший комп'ютер. У той же час, якщо файл використовує під'єднувальні синтезатори, то при його відкритті на іншому комп'ютері ці синтезатори відкриються лише за умови, що вони інстальовані, причому в тій же директорії.

.mid – MIDI-формат зберігає тільки MIDI-матеріал. При цьому формат 0 зберігає лише MIDI-доріжки, а формат 1 також інформацію про підключені синтезатори та автоматизації. Щоправда, слід розуміти, що повідомлення автоматизацій читатимуться пристроєм лише в тому разі, якщо відповідні програмні синтезатори підтримуються програмою.

Аудіо – для того, щоб зберегти результат роботи в аудіоформаті, слід виконати команду *File-> Export -> Audio*. Проте слід мати на увазі, що в такий спосіб експортуються лише доріжки, озвучені програмними синтезаторами. Доріжки ж, озвучені синтезатором звукової карти або підключеними банками звуків, залишаться неозвученими. Щоб озвучити ці доріжки, слід в реальному часі переписати їх в аудіо і лише після того робити експорт файлу.

Nuendo ta Cubase

Якщо Adobe audition первісно розроблявся саме як аудіоредактор і має більш розвинені інструменти для редагування, a Calewalk первісно розроблявся як секвенсер і має більш розвинену систему редагування MIDI, то продукти фірми Steinberg – програми Nuendo та Cubase можна вважати найбільш збалансованим вирішенням задачі зведення MIDI і аудіо.

Принципи роботи в цих двох програмах практично однакові, більше того – проекти Cubase, що мають розширення .*cpr* можна відкрити у Nuendo і навпаки, проекти Nuendo, що мають розширення *.npr* можна відкрити в Cubase. Що стосується різниці між програмами, то практики, як правило, вказують на ліпшу підтримку операцій з MIDI в Cubase і – напроти, ліпші можливості для зведення аудіо в Nuendo. Тут ми розглянемо головним чином програму *Nuendo*.

Налаштування доріжок

Робоче вікно програми являє собою багатодоріжковий редактор: горизонтальні стрічки – доріжки із МІDІ – чи аудіоінформацією, ліворуч – поле налаштування їх властивостей.

Розпочати новий проект доцільно з додавання нових MIDI- та аудіодоріжок командою *Project -> Add track*. MIDI-доріжки тут позначаються жовтою смужкою, аудіо – блакитною. Для того, щоб завантажити в програму записані раніше аудіо або MIDI, слід скористатися функцією *File -> Import*. При завантаженні аудіо програма запитає, чи копіювати файл у робочу директорію і відкриє його на тій доріжці, що виділена в цей момент, або, якщо ще не створено жодної – автоматично створить аудіодоріжку.



Мал. 107 Панель налаштувань MIDI-доріжки Налаштування доріжок здійснюються на панелі, що знаходиться в робочому вікні ліворуч (*мал. 107*), при цьому висвітлюються налаштування тієї доріжки, яка в даний момент активована (вона підсвітлюється). Це вікно містить декілька вкладок, кожна з яких розкривається при натисненні мишею на стрілочку в нижньому куту праворуч. Розглянемо ці вкладки поступово.

Найперша вкладка, в якій відображається назва доріжким (її можна вводити вручну) містить такі регулятори.

– Кнопки М та S означають відповідно заглушити доріжку (*mute*) та відтворювати соло (*solo*).

– *Read* та *Write* уможливлюють автоматизацію контролерів – відповідно читання та запис автоматизації. Автоматизація, як ми вже описували, це зміна певних ефектів, наприклад, положення регулятора гучності, частоти зрізу фільтрів еквалайзера або ж параметрів підключених звукових ефектів упродовж відтворення доріжки.

– *Record* активує доріжку для запису, *monitor* – функцію моніторингу, тобто для прослуховування в реальному часі сигналу, що подається через мікрофон (для аудіодоріжок) чи МІDІ-клавіатуру (для МІDІ-доріжок).

– *Toogle timebase between musical and linear* переключає режим відліку часу. Цей перемикач стає важливим у тому разі, коли ми змінюємо темпи всередині твору. Ми повернемося до нього при розгляді редагування темпу.

– *Edit* – відкриває вікно підключення ефектів (*inserts*), ефектдоріжок (*sends*) та еквалайзера (*EQ*).

– Три повзунки налаштовують відповідно гучність, просторову локалізацію та зсув у часі для доріжки.

– *In, Out* (вхід, вихід), через які здійснюється відповідно запис на доріжку та відтворення з неї.

Деякі з цих налаштувань доступні також у полі самої доріжки, якщо "відігнути" нижній край цього поля мишею трохи вниз. В принципі, немає різниці, в якому саме вікні налатштовувати ці параметри.

Ті ж самі властивості можна налаштувати і з мікшера Nuendo, що викликається командою *Devices -> Mixer*.



Мал. 108

Програмний мікшер імітує зовнішній вигляд апаратних мікшерів (*мал. 108*). Кожна доріжка має свій повзунок, що регулює потужність вихідного сигналу, амплітудний індикатор, а також кнопки *mute, solo, read, write, record, monitor* а також кнопки підключення ефектів, аналогічні тим, що знаходяться в полі налаштувань доріжки.

Підключення ефектів

Тепер розглянемо детальніше вікно ефектів для аудіодоріжок (мал. 109).



Мал. 109 Вікно підключення ефектів

Панель ліворуч ідентична представленню каналу на мікшері з тією лише різницею, що натиснення на кнопку *edit* спричиняє не відкриття, а закриття цього вікна. Наступний стовпчик – це стійка звукових ефектів. Клацнувши мишею в одне з вікон, ми можемо вибирати з контекстного списку будь-який з ефектів та налаш-

тувати його параметри. Таким чином можна застосувати послідовно до восьми ефектів.

Посередині вікна розташований еквалайзер, що складається з чотирьох фільтрів, значення кожного з них встановлюється регуляторами або ж точками на графіку.

Ефект-доріжки та групові доріжки

Нарешті, праворуч розташована панель для підключення ефектдоріжок та групових каналів. Ми вже розглядали принцип роботи ефектдоріжок у програмі Adobe audition. У Nuendo та Cubase вони мають аналогічний принцип дії, проте, в цих програмах окрім терміна "bus" (у дослівному перекладі – шина), вживається термін FX-track.

Нагадаємо, що особливість ефект-доріжок полягає в тому, що вихідний сигнал змішується з сигналами, обробленими аудіоефектами, причому підсилення обробленого сигналу встановлюється регуляторами. Одну й ту саму ефект-доріжку можна зв'язати одразу з кількома доріжками, відповідно й керування ефектами стосуватиметься кількох доріжок одночасно. У програмі Nuendo техніка їх використання зводиться до наступного:

– спочатку слід створити ефект-доріжку Це можна зробити командою *Project -> Add track -> FX Channel;*



Мал. 110 Шдключення ефект-доріжки

– у діалоговому вікні, що відкривається (*мал. 110*), слід вибрати конфігурацію (відповідно до конфігурації звукових доріжок, які планується під'єднувати до ефектдоріжки) та плагін, тобто, власне звуковий ефект;

 – ефект-доріжка може включати й декілька модулів звукової обробки, крім того

вона дозволяє здійснити автоматизацію ефектів. Відповідні налаштування можна зробити або на мікшері, або у вікні налаштувань в багатодоріжковому редакторі – вони ідентичні налаштуванням аудіодоріжки;

– після налаштувань ефект-доріжка стане доступною на панелі підключення ефект-доріжок (за замовченням перша ефект-доріжка називатиметься FX 1, хоча можна вписати й іншу назву) і залишається тільки підключити її (*мал. 111*), а також встановити ступінь використання ефекту за допомогою повзунка внизу вікна. При цьому програма створює окрему доріжку, що має фіолетову смугу, якій також доступні доріжки з автоматизацією ефектів.

Техніка використання групових каналів (group channel), по суті, аналогічна, за тим винятком, що на груповий канал можна "почепити" не тільки звукові доріжки та еквалайзер, але й ефект-доріжки.



Мал. 111 Вибір ефект-доріжок

Запис та відтворення матеріалу

Для запису нового матеріалу та його відтворення призначена транспортна панель, що викликається командою *Transport -> transport panel*. Команди цієї панелі ідентичні командам меню *Transport (мал. 112)*.



Мал. 112

Окрім стандартних кнопок запису, відтворення та переміщення тут є кнопка "луп" *(loop)*, що активує режим безкінечного відтворення або ж безкінечного запису вибраного фрагмента. Виділений фрагмент виділяється локаторами, які можна або пересувати мишею безпосередньо на шкалі часу (*мал. 113*), або ж встановити на



транспортній панелі у вікні *left locator position* та *write locator position*. Час може відображатися як у секундах так і у долях такту. Відповідний формат на шкалі часу можна вибрати, якщо

клацнути по ньому правою кнопкою миші й відкрити контекстне меню, а на транспортній панелі – кнопкою *select primary time format*.

Для відтворення запису слід натиснути кнопку *play* на транспортній панелі або просто *пробіл*. Відтворення починається з того місця, де встановлено курсор (вертикальну риску), встановити її можна клацнувши мишею в режимі "стрілочки" на відповідному місці на шкалі часу. Зупинити відтворення можна тією ж кнопкою "пробіл", водночас, курсор або повернеться у вихідне положення, або ж зупиниться на місті, в залежності від того, чи активовано опцію "*Return to start position on Stop*" у діалоговому вікні *File -> Preferences -> Transport*. У процесі відтворення, програма може рухати доріжки в робочому вікні,

слідуючи музичним подіям, якщо активована опція autoscroll

Щоб приступити до запису звуку чи MIDI, слід активувати кнопку *record* на потрібній доріжці, переконатися, що в налаштуваннях доріжки правильно виставлено вхід (*in*) і після того вже натиснути кнопку record на транспортній панелі. На тій же панелі можна включити або відключити метроном (якщо метроном активований – click). Як правило, зручно, щоб програма "відрахувала" один порожній такт, або навіть більше. Командою *Transport -> Mertonome setup* можна налаштувати кількість "порожніх" тактів (*Precount options*), а також гучність (*volume*) та звук метронома.

Транспортна панель також містить індикатори навантаження на процесор та використання буферу диску – вони знаходяться ліворуч, а праворуч – індикатори вхідних MIDI-сигналів та вихідного аудіосигналу.

Секвенсер

Як і в інших програмах, секвенсер Nuendo має можливість працювати у нотному та клавішному режимах, а також списку повідомлень. Відповідні режими переключаються в меню MIDI.
Score editor

Нотний редактор в Nuendo (*мал. 114*) розроблено не тільки для потреб MIDI, але й для потреб нотодруку. Зокрема, на панелі інструментів є інструменти для групування нот, зміни напряму хвостів та автовирівнювання. Надрукувати нотний текст можна командою *File* - > *Print*, існує також можливість вибору нотних голівок. Проте професійним нотним редакторам – Sibelius та Finale, можливості Nuendo значно поступаються.



Мал. 114 Нотний редактор Nuendo

Параметри кожної ноти в нотному режимі відображаються у верхньому рядку.

При потребі, значення будь-якого з них може бути змінено (достатньо виділити його мишею і ввести потрібне значення).

Event list

Список подій у програмі має вигляд, власне, списку та діаграми, на якій події відображені у вигляді прямокутників на часовій вісі. Більшість параметрів можна редагувати вручну, нову подію можна додати "олівцем" на діаграмі, тип події обирається у вікні *insert time*, зна-





чення за замовчанням для нот – у вікні *ins. Vel.*

Key editor

Клавішний редактор (в Nuendo він має назву *Key editor*) є найзручнішим для редагування різних MIDIповідомлень (*мал. 115*).

По вертикалі відкладено звуковисотність, її шкала нагадує фортепіанну клавіатуру (власне, її ми бачимо ліворуч), відлік тактів ведеться на шкалі зверху, а повзунками, що розташовані у правому нижньому кутку ми можемо змінювати масштаб по вертикалі та горизонталі.

Самі ж ноти відображаються подовженими прямокутниками – чим довший прямокутник, тим довша тривалість ноти. Більше того, в Nuendo ці прямокутники різнокольорові – залежно від їх динаміки (velocity): найтихіші – синього кольору, найгучніші – червоного. Будь-який з них можна довільно редагувати – змінювати його положення або довжину, для цих операцій достатньо "зачепити" його мишею і потягнути. Крім того можна переміщати ноти вгору і вниз відповідними кнопками-стрілками клавіатури. Нарешті, як і в нотному режимі, якщо стрічка *show info* активована (кнопка), вгорі відображається інформація про параметри кожної ноти, які можна редагувати в ручному режимі.



Мал. 116 Підключення стрічок повідомлень контролерів

У нижній частині вікна розташовано додаткові стрічки ("*Controler lane*") параметру *velocity* а також повідомлень контролерів та інших типів (*мал. 116*). Щоб додати або вилучити стрічку контролерів, слід у лівому ниж-

ньому кутку викликати контекстне меню правою кнопкою миші й дати відповідну команду (*create* або *remove*). Обрати потрібну стрічку можна зі списку, що з'являється при натисненні на поле з назвою контролера.

Не будемо знову зупинятися на значенні кожного з контролерів – це ми вже зробили при розгляді програми *Cakewalk Sonar*, проте вважаємо за потрібне зупинитися на методах редагування доріжок, які мають у Nuendo свої особливості.

Як і velocity, графік контролерів різнокольоровий – більші значення відповідають червоному кольору, менші – синьому.

Основні прийоми редагування MIDI



Панель інструментів для редагування МІDІ-повідомлень розташовується у верхній частині вікна (*мал. 117*), причому її вміст може налаштовуватися контекст-

ним меню, що викликається клацанням правою кнопкою миші по цій панелі. Розглянемо їх по порядку.





Стрілочкою можна видяліти окремі MIDIповідомлення, або цілі фрагменти доріжки й застосовувати до них масове редагування. Олівцем можна домальовувати ноти або лінії контролерів. Унікальним є інструмент *Parabola*, призначений для малювання ліній контролерів. Натиснувши цю кнопку, ми побачимо список режимів цього інструмента, кожен з яких дозволяє малювати лінії спеціальних форм (*мал. 118*).

Інший інструмент, *Erase* – видаляє ноти або повідомлення контролерів. *Zoom* дозволяє змінювати масштаб перегляду. *Mute* – цим інструментом слід заглушувати окремі ноти, тобто MIDI-подія відображається але не прочитується секвенсором

Мал. 119 при відтворенні. *Split* "розрізає" ноту у вказаному місці, тобто замість однієї довгої ноти прозвучать дві короткі. *Glue* навпаки, "склеює" ноти однакової висотності, причому навіть через паузи.

На окрему увагу заслуговує інструмент *time wrap (мал. 119)*. Він стає в нагоді в тому разі, коли темп треба підігнати під прописану раніше аудіо- або МІDІ-доріжку. При активації цього інструмента стрілка курсору отримує вигляд вертикальної риски, зачепивши нею за "тактову риску", можна потягнути її вправо чи вліво, відповідно заповільнивши, або прискоривши музичний темп. Водночас, на шкалі часу з'являються відповідні темпові позначки, що вказують встановлення темпу в bpm. Якщо на МІDІ-доріжці вже були записані ноти (та інші повідомлення) – вони збережуть своє місце відносно абсолютного часу, однак будуть переміщені відносно музичного часу.



Мал. 120 Загальні налаштування квантування

Квантування

Як і в Cakewalk Sonar, для роботи з ритмом у програмі передбачена функція квантування, тобто округлення часу взяття усіх нот до певних музичних тривалостей. Якщо активо-

вана кнопка snap, то квантування автоматично стосуватиметься усіх нових редагувань. Параметри квантування можна встановити у вікнах, що розташовані праворуч від цієї кнопки (*мал. 120*) – quantize (вирівнює час, в який береться нота) та length Q (вирівнюється трива-

лість ноти). Більш детальні налаштування доступні на панелі, що викликаються командою *MIDI -> Quantize setup (мал. 121*).



Мал. 121 Детальні налаштування квантування

Параметри квантування тут аналогічні Cakewalk Sonar, щоправда, мають дещо інші назви:

Grid – базові тривалості, тобто розділення квантування;

Туре – рівні, тріольні або тривалості з крапками (3/4 тривалості);

Swing – свінг, а точніше відношення кожної першої тривалості до кожної другої;

Tuplet – поділ базової тривалості на рівні частини;

Magnetic area визначає простір, що підлягає квантуванню;

Iterative quantize – квантування переміщає ноти не повністю, а лише на

певний відсоток. Цей параметр працює при застосування функції *MIDI -> Iterative quantize,* якщо ж застосовується звичайне квантування, параметр ігнорується.

Крім того в меню MIDI є декілька команд Advanced quantize, які стосуються лише нотних тривалостей (...length), моменту зняття нот (...ends), а також команда undo quantize, що діє як звичайна команда – скасовує попередню операцію квантування (вона незалежна від стандартної ctrl+Z).



Покроковий запис

МІDІ-доріжки можна записувати і в покроковому режимі. Для цього слід переключити режим вводу на панелі step/MIDI input (*мал. 122*). Окрім

кнопок перемикання режиму, панель містить також такі кнопки:

– move insert mode – автоматично переміщує усі ноти, які слідують за тією, що вводиться на крок назад;

– record pitch – чутливість до висоти звуку, якщо не активована будь-яка нота запишеться як С3;

- record NoteOn velocity - чутливість до сили натиснення клавіші;

- record NoteOff velocity - чутливість до сили відпускання клавіші.

Позиція, з якої почнеться ввід нот вказується вертикальною синьою рискою, її можна встановити в будь-якому місці клацанням миші всередині вікна клавішного (або нотного) редактора. Крок вводу відповідає установці квантування, а тривалість ноти – установці квантування закінчень (quantize length). Для того, щоб ввести "паузу", достатньо просто перемістити риску праворуч.

"Логічний" редактор

Програми Cubase та Nuendo мають ще один редактор подій, який називається *Logical editor*, тобто "логічний" редактор (*мал. 123*). Як правило, він використовується для найбільш складних логічних операцій, які довго виконувати вручну. Редактор викликається командою *MIDI -> Logical editor*.



Мал. 123 Логічний редактор

Цей редактор має два вікна – у верхньому задаються параметри MIDI-повідомлень які *слід* редагувати, а в другому – параметри того, *як саме* редагувати. Відбір MIDI-повідомлень які слід редагувати (верхнє вікно) описується такими параметрами - тип події, умова (більше, менше, дорівнює і т.п.) та значення. Команда для зміни цих повідомлень (нижнє вікно) описується такими параметрами – тип події, що підлягає зміні; сутність операції (додати, відняти, помножити, розділити на..., округлити тощо) та величина, на яку змінюється значення параметра.

Як умов для відбору MIDI-повідомлень, так і команд їх обробки може бути декілька. У цьому разі кожну умову й кожну команду слід програмувати окремим рядком, щоб додати рядок слід натиснути Add line.

Наведемо приклад використання. Припустимо, нам слід усі ноти "сі" нульової МІDІ-октави (В0) підняти на півтону, тобто перетворити на С1. Для цього у верхньому полі доведеться записати дві команди:

Type is – Equal – Note (визначили тип події – "нота");

Value 1 (Pitch) – Equal – В0 (визначили умову – перший параметр (висота) ноти має дорівнювати "сі" 0-ої МІDІ-октави).

Нижній рядок матиме одну команду:

Value 1 – Add – 1 (тобто до першого параметра додається 1, отже висота підніметься на один щабель, тобто півтон).



Мал. 124

Встановлення темпу

У залежності від вибраного параметра на транспортній панелі, Nuendo може відтворювати файл у вказаному темпі (відображається "FIXED") або у відповідності до темпової доріжки (відображається "TRACK", *мал. 124*). Якщо темп змі-

нюється всередині твору, то доцільно увійти в режим *Tempo track*, що викликається в меню *Project* або сполученням клавіш *ctrl*+*T*

Темпова доріжка являє собою графік, що відображає зміни темпу впродовж твору (*мал. 125*). Зміни темпу можна намалювати "олівцем", до того ж, в залежності від режиму *curve* темп може змінюватися раптово (*jump*), або поступово (*ramp*). Поставивши точку на графіку олівцем (або виділивши вже існуючу курсором миші) у вікні *tempo* ми побачимо числове значення темпу, якщо його слід уточнити – значення можна ввести вручну.



Мал. 125 Темпова доріжка

У цьому ж режимі, при потребі, можна змінювати й музичний розмір. Він відображається в червоному прямокутнику на стрічці під часовою шкалою (*мал. 126*). Щоб поставити нову точку зміни темпу, слід просто клацнути по стрічці мишею в режимі "олівця" у відповідному місці, а сам розмір ввести у полі *time signature*.



Мал. 126



Мал. 127

Слід мати на увазі, що, коли аудіо- і МІDІ-доріжки вже прописані, зміна темпу може призвести до зміни їх взаємного розташування. Взагалі кожна доріжка прив'язується або до абсолютного часу (хвилини: секунди: фрейми), або до музичного часу (такти: долі: тікі). Цей параметр встановлюється в налаштуванні треку *Toogle timebase between musical and linear*. Якщо активовано музичний відлік часу (висвітлено зображення ноти, як на *малюнку 127*), відлік часу вестиметься відносно тактів і долей такту. У цьому разі при зміні темпу зберігатиметься положення

нот у такті, але не зберігатиметься відносно

абсолютного часу (а відтак призведе зміщення відносно подій, записаних на аудіодоріжках). Якщо ж активовано абсолютний відлік (висвітлено зображення годинника) – зміна темпу не вплине на абсолютне розташування нот, однак призведе до їх зсуву відносно тактів і долей такту.

Підключення програмних синтезаторів

Корпорація *Steinberg* є не тільки виробником програм *Cubase* та *Nuendo*, але й розробником спеціального формату програмних синтезаторів – VST, що розшифровується як *virtual studio technology*, або віртуальна студійна технологія.

Якщо програмні синтезатори вже інстальовані на вашому комп'ютері, для того щоб запустити їх з Nuendo слід виконати команду *Devices -> VST instruments (*або просто F11), яка відкриє "стійку" ваших синтезаторів. Щоб додати інструмент у стійку, слід клацнути мишею на одне з його вікон та вибрати зі списку потрібний інструмент.

Доступний набір синтезаторів можна оглянути в меню *Devices -> Plugin information*. Директорія, в яку інстальовані VST-плагіни відображасться у вікні Shared VST plugin folders. При необхідності, цю директорію можна змінити (*change*..), додати ще одну (*add*...) або видалити. Зверніть також увагу на те, що плагін може бути активований лише за умови, якщо стоїть галочка в лівому стовпчику (в іншому разі її слід поставити мишею).



Мал. 128 Під'єднання VSTінструменту

Після того, як потрібний синтезатор активований, його слід під'єднати до виходу відповідної МІDІ-доріжки (*мал. 128*), що слід зробити в полі її налаштувань. При цьому у полі багатодоріжкового редактора з'явиться нова доріжка – доріжка VST-інструмента. Такі доріжки відрізняються зеленою вертикальною смугою ліворуч.

Ця доріжка має власне поле налаштування властивостей (*мал. 129*), окрім стандартних кнопок автоматизації та блокування доріжки, тут є кнопка *Edit VST instrument*, яка відкриває вікно налаштування синтезаторів.



Мал. 129

Як ми вже описували, при грі на програмних синтезаторах виникає затримка – звук поступає з деяким запізненням. В *Nuendo* ця затримка регулюється в меню *Devices -> Device setup -> VST Multitrack*. Зменшення затримки до мінімуму, однак, збільшує навантаження на процесор і може призвести до збоїв у роботі програми.

Автоматизація синтезаторів та ефектів

Будь-який параметр синтезатора можна не тільки попередньо налаштувати, але й змінювати в реальному часі. Для того, щоб ці зміни були збережені, слід активувати режим *write enable*, після чого всі зміни того чи іншого параметра зафіксуватимуться на доріжці VSTінструмента у вигляді лінії синього кольору (*мал. 130*). Цих ліній може бути й декілька, якщо було задіяно кілька параметрів. Їх можна додавати чи приховувати відповідно кнопками "+" та "–", можна також скористатися командами контекстного меню, що викликається з поля налаштувань доріжки "*Show used automatation*" (показати використану автоматизацію) та іншими. Аналогічний вигляд має і автоматизація ефектів для аудіодоріжок, з тією лише різницю, що ці доріжки розташовуються безпосередньо під ними.



Мал. 130 Автоматизація ефектів

Export Audio Mixdown in - [F:\Garbuz\Буряки\звуки]					
Look in: 📕	звуки		~	G 🖻	ا ™
File name:	tenor-01				Save
Files of type:	Wave File	.wav)		~	Cancel
Coding:	PCM / und	compressed Waves		•	
Attributes:				•	
Channels —		Resolution		Sample	Rate
Mono	-	24 Bit	-	44.100	kHz 🗾
Outputs		Import to			
Stereo Out (Stereo) 💌	Pool			
🛛 🗖 Real-Time	e Export	Audio Track			
Update D	isplay				

Мал. 131 Вікно налаштувань експотру аудіо-файлу

Експорт аудіодоріжок

Слід зауважити, однак, що чим більше синтезаторів, ефектів та їх автоматизацій буде використано, тим більшим буде навантаження на процесор, що врештірешт може призвести до незадовільної його роботи з програмою.

Виходом із ситуації може бути експорт синтезаторних доріжок в аудіоформат. Для цього слід виділити фрагмент твору, що має бути експортованим, включити в режим solo доріжку яку слід експортувати та дати команexport -> Audio ду *File* -> mixdown. У діалоговому вікні, що при цьому відкриється (мал. 131), слід обрати директорію та назву файлу. Можна також змінити й параметри файлу – формат, моно чи стерео, розділення та частоту дискретизації. Якщо експорт здійснюється у стереоформат, то можливі два варіанти – або це звичайний стереофайл буде (inmterleaved) або два монофайли для лівого та правого каналів (stereo split).

Якщо планується продовжувати роботу з експортованим аудіо, радимо поставити галочку у вікні *import to audio track* – програма автоматично додасть файл до проекту окремою доріжкою.

Питання для самоперевірки

• Опишіть процес створення музики в програмах багатоканального зведення.

• Поясніть різницю між MIDI-треком та аудіотреком. Що потрібно для експорту MIDI-треку в аудіо?

• Для чого здійснюється квантування MIDI-подій?

• Яким чином засобами MIDI можна запрограмувати поступове затухання звуку, ефекти glissando?

• Яким чином можна здійснити монтаж звуку так, щоб не було чутно моменту стику фрагментів?

• Для чого використовується автоматизація звукових ефектів?

Завдання для практичної та самостійної роботи

• *Очистка фонограм*. Очистити запропоновану викладачем фонограму від шумів та інших перешкод в аудіоредакторі Adobe audition.

• Монтаж записів. Здійснити монтаж фонограми, використовуючи багатодоріжковий редактор. Добитися непомітного переходу від однієї частини фонограми до іншої.

• Дослідження звукових ефектів. Аналогічно завданню попередньої теми, дослідити роботу різних звукових ефектів у програмах Adobe audition, Cubase, Sonar.

• Створення композицій засобами MIDI. Самостійно створити композицію (або аранжування відомої мелодії) засобами MIDI. Добитися задовільного звучання, редагуючи параметри velocity, контролерів expression, modulation.

• Записати на слух композицію, запропоновану викладачем (або на власний вибір) засобами МІDІ. Добитися максимальної схожості з оригіналом.

Тема 9. Синтезатори і семплери

На сьогодні програмні синтезатори надзвичайно багатоманітні і огляд хоча б десятої частини з них потребував би окремої монографії. Тому ми опишемо основні характеристики синтезаторів та методи роботи з ними, а як приклад приведемо лише деякі модулі.

Програмними синтезаторами ми називаємо програмне забезпечення, за допомогою якого генерується звук. Переважна їх більшість – це MIDI-сумісні інструменти, тобто на вході вони приймають MIDI-повідомлення (з MIDI-клавіатури чи програмного секвенсера), а на виході дають звук. Як правило, такі синтезатори підключаються до "програми-хоста", якою може виступати будь-яка програма багатоканального зведення і управління ними здійснюється з MIDIдоріжок, до яких вони підключені. Хоча деякі синтезатори, такі як *Reason,* мають власний секвенсер, схожий за принципом на ті що ми вже розглядали й тому може використовуватися самостійно.

Програмними семплерами ми називаємо програмне забезпечення, що працює з семплами, тобто невеличкими фрагментами звучання, уможливлюючи керування ними по MIDI. Як і програмні синтезатори, семплери приймають на вході MIDI-повідомлення. Природно, що для роботи з семплами необхідні, так звані, "бібліотеки семплів" – тобто колекції якісно записаних звуків, зіграних на акустичних інструментах чи синтезованих. Теоретично семплом може бути будь-який звук, він може бути записаний самостійно з мікрофона чи згенерований в аудіоредакторі, проте, важливо пам'ятати, що якість семплів значною мірою визначає якість кінцевого результату – фонограми.

Декілька слів також про такий продукт як *ромплер*. Ромплерами називають інструменти, що генерують звук на основі вписаних до них бібліотек семплів. В апаратних інструментах ці бібліотеки зберігаються на спеціальних чіпах пам'яті – ROM³¹, звідки й пішла назва (ROM + (samp)ler). На відміну від семплерів, ромплер не може працювати з wav-файлом, обраним користувачем, а тільки з тими, що записані в їхню пам'ять. На відміну ж від синтезаторів – ромплер не може генерувати звук "з нуля". Проте на ринку програмного забезпечення термін "ромплер" вживається рідко, частіше йдеться про програмні семплери (якщо інструмент працює з завантажуваними семплами, наприклад, *Halion*), або програмні синтезатори (якщо звук генерується самим інструментом), тому ми опишемо принципи керування цими різновидами модулів.

Класифікація тембрів

З розвитком електронної музики багатоманіття тембрів стало надзвичайно великим, тому для орієнтації у цьому барвистому просторі розробники намагаються дотримуватися певної їхньої класифікації. Цю класифікацію не можна назвати вже усталеною, тим не менш певні узагальнюючі категорії, які обіймають тембри синтезаторів та колекцій семплів ми вважаємо за потрібне розглянути.

По-перше, розрізняють тембри *акустичного* та *електронного походження*. Перші з них створені на основі якісно записаних звучань акустичних інструментів і їх класифікація більш-менш відповідає

³¹ Абревіатура від англ. *Read-Only Memory* – "пам'ять тільки для зчитування".

традиційній класифікації. Зокрема, серед інструментів симфонічного оркестру розрізняють:

– дерев'яні духові (*woodwinds*) – флейти, гобої, кларнети, фаготи і саксофони, хоча останні можуть бути виділені в окрему групу;

– мідні духові (*brass*) – труби, валторни, тромбони, туби. До перших трьох інструментів часто застосовують сурдини, а також специфічні прийоми глісандування і це знаходить відображення у синтезаторах і колекціях семплів;

– струнні (strings) – скрипки, альти, віолончелі, контрабаси. Як правило, розрізняється виконання одним інструментом та партією інструментів (в оркестрах партія перших скрипок, наприклад, може включати до 14-18 інструментів). Більш досконалі синтезатори розрізняють і штрихи виконання на цих інструментах. Загалом партію сольного струнного інструмента найскладніше згенерувати синтезатором, єдиний спосіб прописати таку партію якісно – це запросити до студії музиканта.

Клавішні інструменти (keyboards) утворюють окрему категорію і включають фортепіано, електропіаніно, органи – електро та духові, клавесин, клавінет. Зазначимо, що серед клавішних фортепіано відрізняється найбільш широкою й тонкою тембро-динамічною палітрою і тому якісно семпловане фортепіано вимагає великої кількості семплів і, відповідно, обсягу інформації.

Гітари (guitars) завжди виділяють в окрему групу інструментів, причому розрізняють електрогітари та бас-гітари, а також акустичні гітари з нейлоновими та стальними струнами. Нерідко синтезатори генерують одразу гітарний бій заданої структури та по заданих акордах.

Етнічні інструменти, як правило, утворюють окрему категорію. До неї можуть входити найрізноманітніші інструменти різних народів світу, які не прижилися в класичних оркестрах. Використання таких інструментів стало особливо популярним з розвитком, так званої, "етнічної музики" (*world music*) і може додати яскравого колориту до фонограми.

Ударні інструменти (*percussions*) розрізняють, по-перше, з визначеною висотою звуку (*pitched percussions*) та невизначеною (як правило, просто *percussions*). Ударні з визначеною висотою включають такі ідіофони, як вібрафон, ксилофон, маримба, оркестрові дзвони, а також мембранофони – литаври. Як правило, вони складають окрему категорію.

Серед ударних з невизначеною висотою звуку нерідко розрізняють інструменти, що входять до ударної установки – вони позначаються як *drums ("барабани")* і ті, що не входять до стандартного набору і позначаються як *percussion ("перкусія")*. В колекціях кожний інструмент представлений рядом семплів, при цьому для ряду інструментів вживаються скорочення з двох літер відповідно їх англійським назвам, наприклад НН – закрита хет-тарілка, ОН – відкрита хет-тарілка, BD – бас-барабан, SD – робочий барабан, для інших інструментів – просто скорочені назви. Категорія ударних може включати семпли не тільки акустичних інструментів, але й синтетичні тембри, що нагадують відповідні тембри і мають аналогічну функцію – підтримка ритмічної сітки. У такому разі набори ударних можуть класифікуватися за стилями – наприклад, техно, хауз і т.п.

Що стосується синтетичних тембрів, то їх, як правило, класифікують за притаманною їм функцією в композиції. Насамперед це:

– Lead³², до цієї категорії потрапляють яскраві щільні тембри, які можуть використовуватися для проведення мелодії;

– **Pad,** включає м'які протяжні звуки, що використовуються як педальні. Іноді серед них виділяється категорія *sweeping pad,* тобто "ковзаюча" педаль – найчастіше з ефектом фленжеру або фейзеру;

- **Bass** включає звуки, призначені для лінії басу.

Нарешті, існує ряд базових електронних звуків, з яких методом віднімального або підсумовувального синтезу складають нові тембри. Це:

- *Синусоїда (sinus)*, сигнал без обертонів;

– *Пила (sawtooth)*, сигнал, що за формою нагадує зубці пили, яскравий, дзвінкий тембр, трохи приглушений схожий на тембр мідних;

– *Трикутник (triangolo)*, сигнал зигзагуватої форми, схожий на пилу;

– *Прямокутник (square)*, сигнал прямокутної форми, трохи приглушений нагадує тембр кларнета.

³² Термін є скороченням англійського *leader* – лідер, за аналогією з лідер-гітарою, є інструментом що виконує соло і на якому нерідко грає лідер групи. Хоча, на наш погляд, виглядав би переконливим і дослівний переклад цього слова – "свинець", "свинцевий". Образно ці тембри дійсно можна було б охарактеризувати як свинцеві за їх густий і пронизливий характер.

Налаштування синтезаторів

Як правило, програмні синтезатори пропонують ряд заготовок із встановленими вже параметрами синтезу. Тим не менш, ряд властивостей можна дещо змінювати, або для більшої виразності інструмента, або, навпаки, для більш гармонічного його поєднання в ансамблі з іншими. Звичайно, всі синтезатори відрізняються як інтерфейсом, так і можливостями, тому оглянемо лише найбільш стандартні регулятори.

Обвідні амплітуди і фільтра

Кожен природний звук змінюється у часі. Звук, що лишається у часі незмінним просто не сприймається живим. Протягом часу він може змінювати як свою гучність, так і свій тембр, нерідко ці зміни взаємопов'язані. Синтезатори намагаються враховувати цей важливий момент і мають відповідно обвідну амплітуди (amplitude envelope) та обвідну фільтра (filter envelope). Як правило ці обвідні складаються з чотирьох параметрів і тому називаються ADSRобвідними (мал. 132):



Мал. 132 Структура обвідної ADSR

На графіку по вертикалі відкладену амплітуду (відповідно – гучніть), а по горизонталі – час. Вказано моменти натиснення клавіши та відпускання клавіши синтезатора (або відповідних повідомлень секвенсера).

А (attack) – атака, визначає час, впродовж якого амплітуда зростає від 0 до максимального значення.

Вимірюється в мілісекундах, рідше секундах.

D (**Decay**) – **спадання**, визначає час, протягом якого відбувається перехід від максимального рівня до "Рівня затримки" (*Sustain*). Вимірюється у мілісекундах або секундах.

S (Sustain) – рівень затримки, описує рівень звуку після фази спадання. Вимірюється у % (100% – звук не затухає, 0% – затухає повністю).

R (Release) – **згасання,** визначає час, потрібний для остаточного згасання звучання ноти, після того як клавіша відпущена.

Як правило, звуки ударних інструментів визначаються швидкою атакою та досить швидким спаданням і нульовим рівнем затримки, тоді як звуки струнних – повільнішою атакою і 100% рівнем затримки (параметр спадання при цьому ролі не грає). Тривалий час згасання властивий, наприклад, грі на фортепіано або вібрафоні з натисненою педаллю.

Обвідна фільтра має аналогічний характер, з тією лише різницею, що тут змінюється не амплітуда, а частота зрізу фільтра. Як правило, мається на увазі низкьочастотний фільтр, тобто частота зрізу відфільтровує високі частоти та, відповідно, чим вища частота зрізу фільтра, тим яскравіший буде тембр звуку, а чим нижча – тим м'якше. Деякі синтезатори підтримують і інші види фільтрів, у цьому разі в налаштуваннях обвідної задається, який саме тип фільтра слід використати. При цьому поширені такі скорочення:

- *LP* - *low pass*, тобто низькочастотний (пропускає низькі частоти);

- *HP* – *high pass,* тобто високочастотний (пропускає високі частоти);

– *BP* – *band pass*, тобто смуговий (пропускає певну смугу з центром *cutoff*);

– *BR* – *band reject*, тобто режекторний (вирізає певну смугу з центром *cutoff*).

Інтенсивність фільтрації також може регулюватися параметром *filter envelope*, крім того обвідна може бути динамічно чутливою, тобто залежати від сили натиснення клавіши на MIDI-клавіатурі (або, відповідно, параметру *velocity* повідомлення секвенсера).

Як правило, обвідні фільтра й амплітуди мають схожі малюнки – для гучних звуків більш природна яскравість тембру, ніж для тихих, крім того, наприклад, час згасання для обвідної фільтра має сенс в довжині, не більший, ніж він встановлений в обвідній амплітуді.

Генератор низьких частот

Обвідна фільтра та амплітуди може й не надати звуку достатньої барвистості, і тоді можна використати ще один інструмент, що називається LFO – *low frequency modulator*, або генератор низьких частот. Цей пристрій генерує коливання в області низьких частот (як правило – до 20 Гц), якими модулюється первісний сигнал. Іншими словами, властивості сигналу можуть періодично змінюватися з частотою, генерованою LFO.

Природним аналогом LFO можна вважати техніку гри вібрато на струнних інструментах – коли виконавець коливає притиснену струну, він змінює її натяжіння та довжину коливної частини, в результаті звук стає то вищим, то нижчим і ми сприймаємо це як ефект вібрато. Генератор низьких частот може періодично змінювати не тільки звуковисотність (*pitch*), але також і амплітуду (*amplitude*), просторову локалізацію (*panorama*) та частоту зрізу фільтра (*filter*). Відповідні контролери доступні в меню багатьох синтезаторів.

Окрім об'єкта модуляції, LFO мають два, рідше три основні параметри, це:

- частота модулюючого сигналу (frequency або rate);

- глибина (*depth*), з якою відбувається модулювання сигналу;

– затримка (*delay*), якщо вона присутня, то генератор починатиме роботу не одразу, а з певною затримкою.

Частота може задаватися як в абсолютних одиницях (герцах), так і синхронізовуватися з музичним темпом і задаватися нотними тривалостями. Деякі синтезатори підтримують також форму модулюючого сигналу – як правило, синусоїдну, зубчасту, трикутну, прямокутну та хаотичну.

У ряді синтезаторів LFO спрацьовує одразу ж, якщо ефект активовано, в інших – колесом модуляції або, відповідно, повідомленнями контролеру *modulation* із секвенсера.

Еквалайзер та резонанс

Сутність еквалайзера ми вже описували при розгляді звукових ефектів – він являє собою набір фільтрів, що змінюють тембр звуку, підсилюючи або послаблюючи певні смуги частот. У той же час не слід очікувати від еквалайзера надто суттєвої зміни тембру – якщо семпл не підходить, слід просто пошукати інший.

Деякі синтезатори оснащені також резонансом – цей інструмент підсилює вузьку смугу частот навколо налаштовуваної центральної частоти, яка називається частотою резонансу.

Монофонічний та поліфонічний режими

Більшість синтезаторів можуть працювати або в монофонічному, тобто одноголосому режимі, або в поліфонічному, тобто багатоголосому режимі. У монофонічному – стає доступним такий регулятор як ковзання (glide). Цей регулятор означає, що при виконанні legato перехід від однієї ноти до іншої здійснюватиметься з ковзанням (глісандуванням). Час ковзання налаштовується, як правило, він сягає долей секунди.

Загальні настроювання

Нарешті, як і будь-які акустичні інструменти, електронні теж можна настроювати. За замовчанням вони настроюються за стандартом A=440 Гц, проте більшість синтезаторів мають спеціальний регулятор *tune*, що дозволяє підняти чи опустити загальне настроювання на певну кількість центів (*cents* – в одному півтоні 100 центів). Таких регуляторів може бути два – *fine* робить настроювання в центах, а *coarse* – в ширших межах у півтонах.

Усі синтезатори мають свій регулятор амплітуди вихідного сигналу (*amplifier* або *volume*), а також кнопки автоматизації W та R, потрібні на той випадок, коли необхідно прописати зміни якогось параметра впродовж звучання. Кнопка W ("*write*) активізує режим запису автоматизації, а R (*read*) – відтворення.

Збереження налаштувань

Немає необхідності кожного разу налаштовувати синтезатор наново – результати налаштувань можна зберегти з тим, щоб використати їх, наприклад, в іншому проекті. Для цього в синтезаторах передбачені функції *store preset, save instrument* та *save bank*. Якщо перший зберігає пресет в пам'яті синтезатора, то інші два – як окремі файли з розширеннями, відповідно, **fxp** та **fxb.** Причому, *save instrument* зберігає налаштування лише одного інструмента, a *save bank*, одразу – банк інструментів.

Налаштування семплерів

Налаштування семплерів має багато спільного з налаштуваннями синтезаторів. Вони також можуть містити обвідні фільтру та амплітуди (*DCF*, *DCA*), містити генератор низьких частот (*LFO*) і настроювання транспозиції в півтонах та центах.

Проте особливістю їх роботи є те, що семплери працюють з уже готовими семплами, які треба, по-перше, підключити, а по-друге, призначити до певної клавіші МІDI, яка, зазвичай, називається основною (*key root*), при натисненні на яку він відтворюватиметься. Можна призначити один і той же семпл кільком клавішам, у цьому разі семплер буде здійснювати його транспозицію на той інтервал, який розділяє натиснену клавішу від основної, проте, слід мати на увазі, що разом з висотою, можуть змінитися й інші складові, особливо відчутно, якщо це семпл акустичного інструмента. Отже, набір параметрів маршрутизації, зазвичай, має такий вигляд:

- *Key root* – основна клавіша, яка відтворює семпл у первісному вигляді (тобто без транспозиції);

– Low key – нижня границя діапазона, тобто при натисненні клавіші нижче неї, семпл не буде відтворюватися.

– *High key* – верхня границя діапазона, тобто при натисненні клавіші вище неї, семпл не буде відтворюватися.

Окрім того, нерідко, особливо при роботі з семплами акустичних інструментів, доцільно підключати різні семпли для різних рівнів гучності. Це пов'язано з тим, що у світі акустичних інструментів динаміка й тембр взаємопов'язані. Відповідно до цього задається нижня й верхня границя динамічного діапазону семплу (береться до уваги параметр *velocity*), а відповідні параметри називаються *High vel* та *Low vel*.

Тепер розглянемо ряд конкретних прикладів.

Синтезатори програми Adobe audition

Розпочнемо з огляду модулів програми Adobe audition – вони є відносно простішими.

Adobe audition Bass Dropper

Інструмент має генератор коливань, форма яких переключається регулятором *shape*, та ADSR-обвідну амплітуди, форма якої дещо змінюється також від параметра *curve*. *Level* – гучність вихідного сигналу. Синтезатор працює лише в одноголосому режимі.

Adobe audition Polysynth

На відміну від попереднього має три генератори частоти, кожний з яких має індивідуальні настройки ADSR-обвідної амплітуди, а також підстройку *detune* і резонанс.



Adobe audition soundfont player

Мал. 133 SoundFont player

Цей інструмент призначено підключення ДЛЯ банків звуків у фор-SoundFont маті (мал. 133). При натисненні на клавішу [LOAD] відкривається браузер для вибору файлів

з розширенням .sf2. Решта геруляторів – це стандартні регулятори ADSR-обвідної фільтра та підсилення вихідного сигналу.

Синтезатори програми Nuendo

Тепер оглянемо ряд конкретних синтезаторів. З програмою Nuendo поставляються ряд синтезаторів, які ми розглянемо послідовно.

Синтезатор а1

Цей синтезатор має два генератори – oscillator 1 та oscillator 2, причому другий генератор може подавати сигнал як безпосередньо на вихід, так і модулювати сигнал першого. Кожний синтезатор генерує коливання однієї з чотирьох форм – синусоїдної, трикутної, зубчастої та прямокутної. Амплітуда вихідного сигналу кожного генератора налаштовується на панелі мікшера (*Mixer*). Інтенсивність частотної модуляції налаштовується регулятором FM, якщо його значення 0% – частотна модуляція не відбувається. Ця інтенсивність може також бути пов'язана з обвідною фільтра, якщо відповідно налаштований регулятор FM Env. Налаштувавши генератори, наприклад, у терцію, частотною модуляцією можна отримати цікаві мультифонічні звуки.

LFO в цьому синтезаторі має шість форм – синусоїдну, трикутну, зубчасту, прямокутну, гібридну та випадкову. LFO приводиться в дію колесом *modulation*, величина його впливу визначається регуляторами *pitch mod*, якщо модулюється частота та *cutoff i cutoff mod*, якщо модулюється частота зрізу фільтра. Регулятор *speed* визначає частоту, генеровану LFO.

Синтезатор має стандартні ADSR-обвідні фільтра та амплітуди зі стандартними додатковими регуляторами. Обвідна фільтра має 4 типи фільтра, регулятор частоти зрізу (*cutoff*), ступіні ефекту (*filter envelope*), резонансу, а також динамічної чутливості (*filter velocity*). В секції налаштувань фільтрації знаходиться також регулятор ефекту, подібного дисторшну – *drive*.

Також синтезатор має вбудовані ефекти хорусу і фленжеру (*chorus/flanger*) з регульованими частотою, глибиною та зворотнім зв'язком.

Синтезатор vb-1

На відміну від попереднього, цей синтезатор надзвичайно простий і модулює процес гри на бас-гітарі. Тому й усі параметри синтезу тут описуються у гітарних термінах – позиції звукознімача та місце защипування струни. Демпфер регулює тривалість звучання.

Синтезатор Іт-9

Доволі простий приклад драм-машини – синтезатор ударних. Інструмент містить лише 2 набори по 9 стандартних інструментів ударної установки. Гучність кожного з них установлюється регулятором *volume*.

Синтезатор пеоп

Цей синтезатор можна вважати значно спрощеним варіантом синтезатора a1. Фактично він має лише один генератор – другий може лише додавати певний інтервал до першого. Синтезатор має обвідні фільтра з регулятором частоти низькочастотного фільтра, а також LFO, що приводиться в дію колесом модуляції (параметр *modulation*).

Синтезатори програми Cakewalk Sonar

TTS-1

Багатоканальний синтезатор з підтримкою General MIDI. Вікно синтезатора являє собою 16-канальний мікшер, на кожний з яких можна обрати один із інструментів – для цього слід клацнути мишею в полі назви інструмента й вибрати потрібний зі списку, що відкривається (*мал. 134*). Також на кожному каналі відповідними повзунками можна регулювати амплітуду й просторову локалізацію сигналу, а також ефекти хорусу та реверберації.



Натиснувши кнопку *edit* (вгорі), можна налаштувати додаткові параметри. У верхньому блоці регуляторів – частоту зрізу фільтра (низькочастотного), резонанс, "характер" (дещо змінює тембр звуку) та еквалайзер. У середньому – обвідну ADSR (проте тут вона налаштовується в одиницях, відносних до запрограмованої обвідної) та характер дії LFO, причому в цьому синтезаторі він незалежний від дії

параметра *modulation*. У нижньому блоці ефектів – настроювання звуковисотності, перемикач моностереорежимів, а також регулятори, що визначають діапазон роботи колеса модуляції (повідомлення *modulation*) та звуковисотного зсуву (повідомлення *wheel*).

Cyclone

По суті, – це семплер з можливістю створювати петлі, тобто нескінченно повторювані звукові послідовності. Найбільш доцільним є застосування цього інструмента для партії ударних, якщо вона характеризується повторюваними структурами.



Мал. 135 Синтезатор Cyclone

Вікно синтезатора має декілька панелей, розглянемо їх по порядку (мал. 135). Loop Bin (ліворуч) відображає колекцію семплів, доступних для роботи. Щоб завантажити потрібні семпли в колекцію, слід натиснути зображення папки та вибрати необхідні семпли у відкритому огляді.

Організація семплів по 16 доріжках здійснюється у вікні внизу. Щоб помістити на одну з доріжок семпл, слід просто

взяти його з вікна *Loop Bin* і перетягнути мишею. Він відобразиться як прямокутник зеленого кольору. Вертикальні риски – це поділ часу, якщо час синхронізований із MIDI – риска означає долю (чвертку), якщо ні – секунду. Семпли можна вільно пересувати мишею в просторі *Pad*, при цьому якщо вибрана опція *snap* – семпли можуть зайняти лише позицію відповідно роздільності квантування (наприклад, *beat* – тільки на долю, 4 – тільки на кожну шістнадцятку такту тощо). Природно, семпли, що співпадають по вертикалі, звучатимуть одночасно. Крім того, на доріжковому полі встановлюються позначки білого кольору, що означають кінець петлі. Їх також можна пересувати вліво і вправо в залежності від того, якої довжини має бути цикл. Проте слід

мати на увазі, що неспівпадіння їх положень на різних доріжках призведе до поліритмії.

Кожній доріжці відповідає поле її налаштувань вгорі. Окрім регуляторів гучності та просторової локалізації, тут встановлюється також режим відтворення семплу. Кнопка із зображенням годинника – це синхронізація з МІDI, а стрілка – активація режиму петлі (*loop*). Нарешті, у вікні ліворуч вказується діапазон дії семплу – основна клавіша (тут вона називається *key unite*) та границі діапазону (*key low, key high*) – їх можна вводити вручну, або позначити на зображенні клавіатури, наприклад на *малюнку 136* нижче основною вибрано клавішу А5, а діапазон – C4–A5.



Мал. 136 Маршрутизація семплів

Нижче є ряд особливих налаштувань взаємодії інструмента з MIDI. Якщо режим latch не увімкнено, петля повторюватиметься лише доти, доки буде натиснута певна клавіша MIDI, якщо ж увімкнено – до тих пір, поки не буде натиснута та ж сама або інша клавіша.

DreamStation Dxi2

Принцип роботи цього синтезатора досить схожий на роботу синтезатора a1 від Nuendo, тому опишемо його дуже стисло.

DreamStation DXi2 1 -	Abba.mid	
DreamStation DXi2	polyphonic analog synth	SAVE CLR MOD
OSCILLATOR 1	OSCILLATOR 2	ON R OSCILLATOR 3 OFF
	FILTER Cutoff reso no cutoff reso R	OFF LFO OFF OFF State Control Contro
USER ENVELOPE	OFF I VIBRATO MISC S R gain delay depth rate porta keyoff	OUTPUT

Мал. 137 Синтезатор DreamSation Dxi2

Модуль має три генератори частоти ("Oscillator"), за замовчанням активований лише перший генератор, другий і третій активуються перемикачем on/off. Сигнал другого генератора може подаватися як на звуковий вихід, так і модулювати сигнал першого, якщо відповідно налаштовано ручку *FM*. Висота звуку може підстроюватися ручкою *tune*, причому якщо режим *kbd trk* не активовано, будь-яка клавіша MIDI прозвучить як "до" першої октави.

Наступний рядок регуляторів містить обвідні амплітуди та фільтра, глибина їх дії залежить від регулятора *gain*. LFO тут може моделювати перший або другий генератор або ж фільтрацію. Несподівані ефекти можливі, якщо LFO модулюватиме другий генератор, що, в свою чергу, модулює перший. Частота модуляція тут називається *rate*, глибина – *depth*. Нарешті, синтезатор має додатковий ефект – вібратор, яким обробляється вихідний сигнал, а також можливість налаштувати колесо модуляції (контролер *modulation*) на керування будь-яким з параметрів.

Pentagon I

Синтезатор має велику кількість заготовлених інструментів, що містяться в шести "банках" – А, В, С, D, Е, F. Можна просто скористатися одним із них, проте, можна й поексперементувати з регуляторами.

Цей синтезатор має чотири генератори і, при потребі, звук можна компонувати одразу з чотирьох. При цьому другий синтезатор може модулювати сигнал першого, а четвертий – третього, якщо вибрана опція FM.

Що стосується обвідних, то в цьому інструменті їх три – окрім обвідної фільтра та амплітуди тут є також обвідна звуковисотності, позначена як *Pitch EG*. Більш того, чутливість кожного з генераторів до цієї обвідної можна налаштувати регулятором *EG Sense*. Сама ж Pitch EG має кілька регуляторів:

- *start level* – висота, з якої починається звучання, вона може бути нижчою або вищою за кінцеву ноту;

– attack time – час, протягом якого звук зглісандує до висоти attack level;

- *decay time* - час, протягом якого звук повернеться з висоти *attack level* до своєї нормальної висоти;

– *release time* – час після відпускання клавіші, впродовж якого звук досягне висоти *release level*.

Що стосується обвідних фільтрів і амплітуди, то окрім стандартних параметрів ADSR, вони мають ще один – *hold*, який позначає час, протягом якого звук триматиметься на максимальному рівні перед тим як вступити у фазу спадання *decay*. У нижній частині вікна розташовані регулятори для кількох звукових ефектів – перекручення (*drive*), хорусу та ліній затримки. У лівій частині вікна – 4 незалежні один від одного низькочастотні генератори, відповідно широтно-імпульсної, звуковисотної, фільтраційної та амплітудної модуляції. *PSYN II*



Мал. 138 Синтезатор PSYN II, блок налаштувань для двох генераторів

Повнофункційний субтрактивний синтезатор, що містить близько 500 заготовок, зібраних у банках A, B, C, D, E, F, G.

Синтезатор має чотири генератори частоти, блоки їх налаштувань розташовано на вкладках, що переключаються кнопками 1/2 та ³/4 (*мал. 138*). Кожний з генераторів може генерувати одну з шести форм хвилі (у тому числі – шум), до того ж можна активувати роботи одночасно кількох або навіть vcix форм сигналу (wave). Для кожного синтезатора регулюється настроювання висоти (tune), фази сигналу (phase), його чутливість до дії обвідних (mod sens), крім того генератори оснащені, так званим, субгенератором, що генерує часто-

ту октавою нижче.

Як і в синтезаторі *Pentagon*, генератори можна пов'язати таким чином, щоб сигнал другого модулював сигнал першого. Тип модуляції, а також інтенсивність регулюються на вкладці *MODE*.

Що стосується генераторів обвідних (ЕС), то їх тут п'ять. Перші чотири можуть модулювати будь-який з параметрів – звуковисотність (*pitch*), зріз фільтра (*cutoff*), резонанс (*reso*) або один з регуляторів рівня. генератором амплітудної обвідної, П'ятий генератор E BİH обов'язково має бути активований. При цьому кожен з генераторів має два режими (опція set) - нормальний (значення norm), та повторювальний (значення rep), при якому обвідна зациклюється. Водночас вводяться два нові параметри – *delay* означає затримку перед початком атаки, а *slope* – час, протягом якого сигнал зберігається на рівні sustain перед тим, як повернутися у фазу delay.



Мал. 139 Блок

Ліворуч розташовано блок низькочастотних генераторів (LFO). Кожен з них налаштовується в окремій вкладці, що відкривається кнопками 1,2,3 (мал. 139). До параметрів LFO входять глибина, швидкість, а також затримка (delay), що застосовується у випадку, коли ефект вібрато повинен наступити не одразу з узяттям ноти, а з деяким запізненням. Нижче розташовані три регулятори, що визначають що саме й наскільки глибоко моделюватиметься – звуковисотність, фільтр чи рівень сигналу одного з генераторів. Таким чином, кожний з LFO може одночасно керувати трьома параметрами.

Окрім того синтезатор має вбудовані налаштувань LFO перекручення (drive), ефек-ти затримки (delay), а також хорусу/фленжеру, кожен з яких має декілька режимів та регулятори глибини ефекта та інших параметрів.

Groove synth

Порівняно з попередніми, цей синтезатор достатньо простий у користуванні. Він має широкий набір інструментів, список яких можна викликати, натиснувши лівою кнопкою миші в середину зеленого екрану (мал. 140).



Мал. 140 Синтезатор Groove synth

Кожен інструмент можна змінювати, зокрема: на панелі ліворуч розташовано регулятори для обвідної амплітуди (настроювання у відносних одиницях) та звуковисотного вібратора (частота - rate, глибина – depth i затримка – delay). Панель по центру має регулятори частоти зрізу низькочастотного фільтра та резонансу, налаштування характеру тембру та еквалайзер. Панель праворуч містить регулятори ефекту ковзання, чутливості до повідомлень колес модуляції (mod depth) та звуковисотності (bend), а також настроювання (tuning).

RXP 1

Інструмент, що працює із заготовленими звуковими петлями (*мал. 141*). Кожна така петля являє собою набір семплів і зберігається як файл з розширенням rx2. Інструмент містить ряд таких наборів (тут вони називаються ґрувами – *groovs*) для різних стилів переважно електронної музики – це барабанні збивки, характерні лінії басу, специфічні ефекти. Щоб завантажити ґрув, слід просто клацнути мишею в полі для вибору файлу та обрати ґрув зі списку.



Мал. 141



Вихідний ґрув можна дещо змінити за допомогою обвідних фільтра та амплітуди (панелі праворуч), а також настроїти по висоті (*transpose* – транспонує на певну кількість півтонів, *tune* – центів, *random pitch* – вносить елемент випадковості).

Для того, щоб помістити вибраний ґрув на MIDI-доріжку, слід клацнути мишею по зображенню з нотами

повідне місце відповідної МІДІ-доріжки. При цьому на клавішному редакторі ґрув виглядатиме просто як висхідна послідовність нот (мал. 142).

Питання для самоперевірки

• Опишіть процес створення музики із застосуванням усього спектра відомих вам технологій.

• Поясніть різницю між семплером, ромплером та синтезатором.

• Опишіть основні інструменти для роботи зі звуком у синтезаторах.

• Які параметри регулюються ADSR-обвідними? Назвіть та охарактеризуйте параметри ADSR-обвідної.

• Опишіть роботу та призначення LFO.

Завдання до практичних занять

• Самостійно створити композицію (або аранжування відомої мелодії) засобами MIDI. Добитися задовільного звучання, редагуючи параметри velocity, контролерів expression, modulation. Підключити до створеного MIDI-файлу віртуальні синтезатори, семплери, ромплери. Підібрати оптимальні тембри.

• Запишіть на слух відому пісню в одній із програм багатоканального зведення. Підключіть доступні синтезатори та семплери, намагаючись досягти максимальної схожості тембрів. Добийтеся максимально можливої схожості з оригіналом.

додатки

Додаток 1

Словник англомовних термінів, що зустрічаються в музичних програмах

A				
accidental	знак альтерації			
accuracy	точність			
ADC, analog-to-digital	АДЦ, аналого-цифровий перетворювач			
add	додати			
adjust	регулювати			
aftertouch	тиск на клавішу після її натиснення			
	(підтримують не всі клавіатури)			
amplify	змінити амплітуду сигналу			
amplitude	амплітуда			
apply	застосувати (напр. ефект)			
arrangement	аранжування			
attack	атака звуку; 2) включення ефекту			
augmented	збільшений (інтервал)			
avi	формат відео			
	В			
background	задній план			
band	смуга частот			
bandwidth	ширина смуги			
band pass filter, BP	смуговий фільтр (див. фільтрація звуку)			
bar	такт			
barline	тактова риска			
beam	ребро (у запису нот 1/8 тривалості й коротишх)			
beat	доля (такту); 2) удар			
bit	біт, найменша одиниця інформації			
bit depth	розрядність			
bitrate	бітрейт, швидкість проходження інформації			
	по каналу передачі (див. Стиснення та фор-			
	мати звукових файлів)			
bookmark	закладка			
bottom	низ (сторінки, нижня нота в акорді)			
bracket	аколада, дужка			
brightness	яскравість			
burn (CD)	запис (компакт-дисків)			
button	кнопка			
bypass	відключення (ефекту)			
	С			
channel	канал			

chorus	хорус (див. Лінії затримки)			
constant bitrate, CBR	постійний бітрейт (див. Стиснення та фор-			
	мати звукових файлів)			
close	закрити			
clipboard	буфер обміну (пам'ять, у якій зберігається			
	скопійований фрагмент такту або звуку)			
clipping	обрізування звукової хвилі, що звичайно			
	виникає при перевищенні допустимого рівню			
	сигналу			
compressor	компресор (див. Динамічна обробка звуку)			
сору	копіювати			
create	створити (документ, елемент партитури і т.п.)			
crossfade	перехресне накладення фрагментів звуку			
	D			
DAC, digital-to-analog converter	ЦАП, цифро-аналоговий перетворювач			
dashed line	пунктирна лінія			
delay	затримка			
depth	глибина			
device	пристрій			
distortion	дисторшн (див. Динамічна обробка звуку)			
digital	цифровий			
dithering	дитеринг (див. Оцифрування звуку)			
dotted note	нота з крапкою (тривалість подовжена на ½)			
downbeat	сильна доля такту			
dry (signal)	сигнал, що не пройшов обробку даним ефектом			
dynamics	динаміка, гучність			
dynamics processing	ефекти динамічної обробки, (див. Динамічна			
	обробка звуку)			
	E			
effect	ефект			
echo	луна (див. Лінії затримки)			
edit	редагувати			
effect	ефект (напр., звуковий)			
envelope	обвідна			
erase	витерти			
equalization, EQ	еквалайзер (див. Фільтрація звуку)			
export	експорт файлу (як правило – збереження			
	відредагованої інформації у заданому			
	форматі)			
extract audio from CD	відкрити файл з аудіо компакт-диску			
F				
fade	поступова зміна амплітуди			
fade in	поступова поява звуку			

fade out	затухання звуку		
feedback	зворотній зв'язок (як правило, багаторазове		
	застосування ефекту)		
file	файл		
filter	фільтр, (див. Фільтрація звуку)		
flange	фленжер (див. Фільтрація звуку)		
frame	кадр, найменша одиниця виміру часу		
frequency	частота		
FFT, Fast Fourier transform	швидке перетворення Фур'є, алгоритм спек-		
	трального аналізу звуку		
	G		
gapper	гепер (ефект вставки короткотривалих		
	фрагментів тиші)		
generate	згенерувати, створити		
grace note	форшлаг		
grid	сітка		
graphic	графік, графічне представлення		
	Н		
half note	нота половинної тривалості ("половинка")		
help	букв. допомога, посилання на файли довідки		
Hertz, Hz	герц, одиниця виміру частоти (1 гц = 1		
	період в секунду)		
HP, high-pass filter	високочастотний фільтр (див. Фільтрація		
	звуку)		
hiss	високочастотне шипіння		
	(напр. магнітофонних касет)		
	Ι		
import	імпорт (як правило – відкриття файлів з		
	форматів, не властивих даній програмі)		
inch	дюйм		
input	вхід: 1) роз'єм для підключення аудіо- чи		
	MIDI-пристроїв 2) джерело прийняття аудіо		
	чи MIDI-інформації у музичних редакторах		
	3) вхідний сигнал у модулях звукових ефектів		
insert	вставити		
K			
key	ключ, клавіша		
key signature	знаки біля ключа		
keyboard	клавіатура		
L			
label	1) мітка 2) лейбл (компанія, що випускає		
	aydioзanucu)		
latency	затримка (як правило, при обробці аудіо)		

level	рівень			
LFO, low frequency oscilator library limiter load loop	генератор низьких частот бібліотека лімітер, (див. Динамічна обробка звуку) завантажити (файл, пресет) звукова петля, фрагмент звуку, що багато- разово (теоретично – нескінченно)			
low pass, LP	повторюється. низькочастотний фільтр (див. Фільтрація звуку)			
	M			
margins	поля			
mastering	майстеринг, заключний етап роботи над фо-			
	нограмою			
measure	такт			
merge	злиття файлів в один			
metronome	метроном			
MIDI,	букв. цифровий інтерфейс музичних			
music instruments digital inter-	інструментів, див. Технологія MIDI			
face				
mix down, mixing	мікшування (змішування звукових сигналів)			
modulation	1) модуляція 2) вібрато			
mp3	популярний формат стисненого звуку (див.			
	Стиснення та формати звукових файлів)			
multitap delay	ефект луни,, при якому налаштовується			
	кожне відлуння (див. Лінії затримки)			
mute	заглушити (напр., звукову доріжку)			
	Ν			
narrow	вузький (напр., смуга частот)			
noise	шум			
noise reduction	шумопригнічення			
noise gate	ефект нойзтейт (див. Динамічна обробка звуку)			
normalizing	нормалізація (див. Динамічна обробка звуку)			
note	нота			
notehead	голівка ноти			
0				
.ogg, OggVorbis	популярний формат стисненого звуку (див.			
	Стиснення та формати звукових файлів)			
option	установка (опція)			
OSC, oscillator	генератор коливань			
output	вихід: 1) роз'єм для підключення аудіо- чи			
	MIDI-пристроїв 2) пристрій відтворення ау-			

	діо чи MIDI-інформації в музичних редакто-		
	рах 3) вихідний сигнал у модулях звукових		
overdrive	овердрайв (ефект амплітудного переванта-		
	ження)		
overdub	накласти		
overlap	перекриття		
overwrite	перезаписати (переписати)		
	Р		
palette	палітра, набір інструментів		
pan, panning	панорама, локалізація звуку в просторі		
paste	вставити		
phase	фаза		
phaser	фейзер		
pitch	висота звуку		
playback	відтворення звуку		
point	точка		
portamento	поступова зміна висоти при переході від од-		
	ного звуку до іншого		
preset	пресет (набір налаштувань у синтезаторах)		
press	натиснути		
preview	попередній перегляд (прослуховування) без		
	збереження інформації		
process	<mark>у</mark> звукових редакторах – обробка сигналу		
	Q		
quantization	квантування		
quit	вихід		
	R		
random	випадковий (випадкова величина)		
rate	швидкість, частота		
real-time	у реальному часі (в "живому" часі, тобто		
	під час гри чи відтворення)		
record	запис (напр., звуку)		
refresh	оновити		
remove	видалити, усунути		
rename	перейменувати		
reverb	реверберація (див. Лінії затримки)		
S			
sample	семпл: 1) зразок звучання певного інстру-		
	мента чи ансамблю інструментів; 2) точка		
	виміру амплітуди при оцифруванні звуку		
sample rate	частота дискретизації (див. Оцифрування		
	звуку)		

заче зберегти (файл) saw wave сиснал зубчастой форми scroll прокрутка select вибрати sequencer секвенсер, пристрій для редагування та збе- реження MIDI-файлів settings параметри shortcuts "гарячі клавіші", тобто комбінації клавіш на клавіатурі комп'ютера, натиснення яких при- зводить до виконання певної команди silence тиши (відсутність сигналу) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити slur ліга (для позначення штриху легато) odu is видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійспюсться так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжки і приглушує іний звукова плати) square wave сигна прямокутної форми stereo стерео, форматі адої, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для вібтоворення просторового декту stereo ст tap ydap tempo т tap yd	sampler	семплер, пристрій для роботи із семплами (1)
saw wave	save	зберегти (файл)
scroll прокрутка select вибрати sequencer секвенсер, пристрій для редагування та збереження MIDI-файлів stings параметри shortcuts "гарячі клавіші", тобто комбінації клавіш на клавіатурі ком' ютера, натиснення яких призводіть до виконання певної команди silence тиша (відсутність сигналу) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити skip пропустити slur. ліга (для позначення штриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійсносться так, що його поча- ток і кіпець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включас зву- чання сдоної доріжки і приглушує іний звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигна прямокутної форми stereo ствере, формат зудо, цо містить щонай- мение дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями terp удар terpo темролома) на хвилину stereo сигна прямокутної форми stereo сигн	saw wave	сигнал зубчастої форми
select	scroll	прокрутка
sequencer секвенсер, пристрій для редагування та збе- реження MIDI-файлів settings параметри shortcuts "гарячі клавіни", тобто комбінації клавіш на клавіатурі комп 'ютера, натиснення яких при- зводить до виконання певної команди silence тиша (відсутність сигналу) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити ліга (для позначення итриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- mok і кінець співпадають з певними відліками часу – наприхлад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжски і приглушує інші звук, звучання sound звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- мение дві доріжски (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями tempo тем, вимірюсться в bpm, тобто ударах (метропома) на хвилину mexm, вимірюється в дорпоскоду роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигнал, що синхронізує роботу timecode цифровий сигнал, що синхронізує ро	select	вибрати
вексення МІDI-файлів shortcuts параметри shortcuts "гарячі клавіші", тобто комбінації клавіш на клавіатурі ком' 'отера, натиснення яких при- зеодить до викопання певної команди silence тиша (відсутність сигналу) sin сипусоїдальний сигнал skip пропустити slur ліга (для позначення итриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхропізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадатоть з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання сдиної доріжки і приглуцує інші sound звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат достововог ефекту поміняти місцями tap удар tempo темм, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що сикронізус роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI ітвесоde	sequencer	секвенсер, пристрій для редагування та збе-
settings параметри shortcuts "гарячі клавіши", тобто комбінації клавіш на клавіатурі комп 'отера, натиснення яких при- зводить до виконання певної команди silence тиша (відсутність сигнал)) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити slur ліга (для позначення итриху легато) odum is видів сигналу синхропізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включас зву- чання сдиної доріжки і приглуцус інші sound звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше деї доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tempo темл, вимірюється є врт, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхролізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MID1 timecode		реження MIDI-файлів
shortcuts "гарячі клавіші", тобто комбінації клавіш на клавіатурі комп 'ютера, натиспення яких при- зводить до виконання певної команди silence тиша (відсутність сигналу) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити slur ліга (для позначення штриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включас зву- чання єдиної доріжки і приглущує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) stereo сшенал прямокутної форми stereo т T т tap. удар tempo темл, вимірюється є bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tikk тік, найменша одинця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що сигнал, що сихронізе роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигнал у SMPTE та MIDI timecode	settings	параметри
клавіатурі комп'ютера, натиснення яких при- зводить до виконання певної команди яінп	shortcuts	"гарячі клавіші", тобто комбінації клавіш на
зводить до виконання певної команди silence тиша (відсутність сигналу) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити slur ліга (для позначення штриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання сдиної доріжки і приглушус інші sound звукова плата (див. Зеукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- мение дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tap удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, наймениа одинця часу в секвенсерах цифровий сигнал, чо синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситьсь як до простих, так і складних тонів		клавіатурі комп'ютера, натиснення яких при-
silence тиша (відсутність сигналу) sin синусоїдальний сигнал skip пропустити slur ліга (для позначення штриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжки і приглушує інші звук, звучання sound звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tap удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тікькох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситься к до простих, так і складних тонів		зводить до виконання певної команди
sin	silence	тиша (відсутність сигналу)
skip пропустити slur ліга (для позначення штриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудію, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тікох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситься к до простих, так і складних тонів	sin	синусоїдальний сигнал
slur ліга (для позначення штриху легато) SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання сдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситься к до простих, так і складних тонів	skip	пропустити
SMPTE один із видів сигналу синхронізації часу, пред- ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжки і приглушує інші sound звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стверео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tap	slur	ліга (для позначення штриху легато)
snap ставлений у форматі години : хвилини : се- кунди : фрейми poзмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання сдиної доріжки і приглушує інші звук, звучання sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo старен, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями T т tap удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів	SMPTE	один із видів сигналу синхронізації часу, пред-
snap кунди : фрейми poзмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- mok i кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями музичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає звучання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- wehue дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину тік, найменша одиниця часу в секвенсерах timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і		ставлений у форматі години : хвилини : се-
snap розмітка: функція, за допомогою якої вибір фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями tap удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільи розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode тон, може відноситись як до простих, так і tone тон, може відноситись як до простих, так і		кунди : фрейми
фрагмена здійснюється так, що його поча- ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає зву- чання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap. т tap. удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів	snap	розмітка: функція, за допомогою якої вибір
ток і кінець співпадають з певними відліками часу – наприклад, секундами, або долями му- зичного такту solo	-	фрагмена здійснюється так, що його поча-
часу – наприклад, секундами, або долями музичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає звучання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонайменше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями T т tap удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину тік, найменша одиниця часу в секвенсерах timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів		ток і кінець співпадають з певними відліками
зичного такту solo соло, в мікшері – параметр, що включає звучання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонайменше дві доріжки (ліву й праву) для sidmворення просторового ефекту swap поміняти місцями T т tap удар tempo темл, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів		часу – наприклад, секундами, або долями му-
solo соло, в мікшері – параметр, що включає звучання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями T т tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів		зичного такту
чання єдиної доріжки і приглушує інші sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo сигнал прямокутної форми stereo сигнал прямокутної форми swap сигнал прямокутної форми swap сигнал прямокутної форми stereo сигнал прямокутної форми swap сигнал прямокутної форми swap поміняти місцями T т tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів складних тонів	solo	соло, в мікшері – параметр, що включає зву-
sound звук, звучання sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями T т tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів		чання єдиної доріжки і приглушує інші
sound card звукова плата (див. Звукові плати) square wave сигнал прямокутної форми stereo стерео, формат аудіо, що містить щонай- менше дві доріжки (ліву й праву) для sidmворення просторового ефекту відтворення просторового ефекту swap поміняти місцями T т tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів	sound	Звук, звучання
square wave	sound card	звукова плата (див. Звукові плати)
stereo	square wave	сигнал прямокутної форми
менше дві доріжки (ліву й праву) для відтворення просторового ефекту поміняти місцями swap Т tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів	stereo	стерео, формат аудіо, що містить щонай-
відтворення просторового ефекту swapт т tapт tapт tapт tapт tapт tempoт tick		менше дві доріжки (ліву й праву) для
swap поміняти місцями T T tap удар tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину тік, найменша одиниця часу в секвенсерах tick щифровий сигнал, що синхронізує роботу timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу tone тон, може відноситись як до простих, так і tool іметричант (для радатист)		відтворення просторового ефекту
T tap tempo tempo tick tick timecode timecode uudpobuŭ curhan, ujo cuhxpohi3yć pobomy kinskox npucmpoïs. Haŭbinsu posnosciodæeni dopmu curhany – SMPTE ma MIDI timecode moh, може відноситись як до простих, так i складних тонів	swap	поміняти місцями
tap		Т
tempo темп, вимірюється в bpm, тобто ударах (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і tool інстрицация тодарах	tap	удар
intermediate (метронома) на хвилину tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і tool інстрицая подаблодосцая	tempo	темп, вимірюється в bpm, тобто ударах
tick тік, найменша одиниця часу в секвенсерах timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і tool інстринция часу в секвенсерах	-	(метронома) на хвилину
timecode цифровий сигнал, що синхронізує роботу кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів	tick	тік, найменша одиниця часу в секвенсерах
кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів	timecode	цифровий сигнал, що синхронізує роботу
форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів		кількох пристроїв. Найбільш розповсюджені
tone тон, може відноситись як до простих, так і складних тонів		форми сигналу – SMPTE та MIDI timecode
складних тонів	tone	тон, може відноситись як до простих, так і
tool		складних тонів
ион вень сонструктические с на простивни полни по на простивни по на простивни по на простивни по на про	tool	інструмент (для редагування)
toolbar панель інструментів	toolbar	панель інструментів

track	доріжка: 1) окрема композиція на аудіо ком-		
	пакт-диску; 2) доріжка в програмі багатока-		
	нального зведення, як правило, для звукової		
	або MIDI інформації.		
transposition	транспозиція, переміщення музичного		
	матеріалу в іншу тональність		
treble clef	скрипковий ключ		
triangle	трикутник, сигнал трикутної форми		
trim	обрізати		
tune, tuning	настроювання (як правило – по звуковисотно-		
	cmi)		
tuplet	нестандартна ритмічна група (тріолі,		
	квінтолі і т.п.)		
tutorial	файли, призначенні для демонстрації можли-		
	востей програми або навчання користування		
	програмою		
	V		
variable bit rate (VBR)	варійований бітрейт (див. Стиснення та фор-		
	мати звукових файлів)		
velocity	сила удрау по клавіші, зазвичай – динаміка		
vibrato	вібрато, ефект коливання частоти звуку		
view	вигляд (вікна, матеріалу, що редагується і т.п.)		
volume	динаміка звуку, гучність		
VST, Virtual studio technology	поширений формат програмних синтезато-		
	рів і ефектів		
Ŵ			
wave	хвиля (в т.ч. звукова хвиля)		
waveform	форма хвилі (форма сигналу)		
wheel	колесо (в MIDI-пристроях – регулятор кон-		
	тролеру звуковисотності)		
window	вікно		
whole note	ціла нота		
Z			
zoom	масштаб (перегляду)		
zero crossing	точка нульової амплітуди		

Додаток 2

Haóip General MIDI

Nº	Стандартна англійська назва	Інструмент	N₫	Стандартна англійська назва	Інструмент	
1	2	3	4	5	6	
	Клав	ішні		Дерев'я	ні духові	
1	Acoustic Piano	фортепіано	65	Soprano Sax	Сопрановий сак- софон	
2	Bright Piano	фортепіано (з більш яскра- вим звучанням)	66	Alto Sax	Альтовий саксо- фон	
3	Electric grand piano	Електропіаніно	67	Tenor Sax	Теноровий саксофон	
4	Honky-tonk Piano	Розстроєне фортепіано	68	Baritone Sax	Баритоновий саксофон	
5	Electric Piano 1	Електропіаніно	69	Oboe	Гобой	
6	Electric Piano 2	Електропіаніно	70	English Horn	Англійський ріжок	
7	Harpsichord	Клавесин	71	Bassoon	Фагот	
8	Clavi	Клавінет	72	Clarinet	Кларнет	
	Ударні з визнач	еною висотою		Флейти		
9	Celesta	Челеста	73	Piccolo	Флейта-піколо	
10	Glockenspiel	Дзвіночки	74	Flute	Флейта	
11	Music Box	Музична скринька	75	Recorder	Блок-флейта	
12	Vibraphone	Вібрафон	76	Pan Flute	Флейта Пана	
13	Marimba	Маримба	77	Blown Bottle	Дмухання в пляшку	
14	Xylophone	Ксилофон	78	Shakuhachi	Шакухачі	
15	Tubular bell	Дзвони оркест- рові	79	Whistle	Свисток	
16	Dulcimer	Цимбали	80	Ocarina	Окарина	

1	2	3	4	5	6	
Органи та Акордони			Солюючі синтетичні тембри			
17	Drawbar Organ	Електроорган	81	Square Lead 1	Звуковий сигнал прямокутної фор- ми	
18	Percussive Organ	Орган з перкуси- вною атакою	82	Sawtooth Lead 2	Звуковий сигнал зубчастої форми	
19	Rock Organ	Рок-орган	83	Calliope Lead	Каліопа	
20	Church organ	Церковний орган	84	Chiff Lead	-	
21	Reed organ	Язичковий орган	85	Charang Lead	Чаранж (кубинсь- кий струнний ін- струмент)	
22	Accordion	Акордеон	86	Voice Lead	Синтетичний голос	
23	Harmonica	Губна гармошка	87	Fifths Lead	Сигнал квінтами	
24	Tango Accordion	Танго-акордеон	88	Bass&Lead	Бас і соло	
	Гітя	ри		Педальні синтетичні тембри		
25	Nylon Guitar	Гітара (нейлоно- ві струни)	89	New age	Тембр у стилі нью- ейдж	
26	Steel Guitar	Гітара (стальні струни)	90	Warm Pad	"Теплий" педаль- ний тембр	
27	Jazz Guitar	Джазова гітара	91	Polysynth Pad	"Полісинтетична" педальний тембр	
28	Clean Guitar	Акустична соло- гітара	92	Choir Pad	Хоровий педаль- ний тембр	
29	Muted Guitar	Приглушена гі- тара	93	Bowed Pad	Смичковий педа- льний тембр	
1	2	3	4	5	6	
----	---------------------------	-----------------------------------	-----	-------------------	--------------------------------	--
30	Overdriven Guitar	Гітара з перемо- дуляцією	94	Metallic Pad	Металевий педаль- ний тембр	
31	Distortion Guitar	Гітара з еффек- том "дисторшн"	95	Halo Pad	"Ореол"	
32	Harmonic	Гітарні гармоні- ки	96	Sweep Pad	Ковзний педальний тембр	
	Ба	ac		Синтетичні ефекти		
33	Acoustic Bass	Контрабас (при- йом pizzicato)	97	rain	"Дощ"	
34	Fingered Bass (finger)	Бас-гітара (щип- ком)	98	soundtrack	"Звукова доріжка"	
35	Picked Bass	Бас-гітара (меді- атором)	99	crystal	"Кришталь"	
36	Fretless Bass	Безладова бас- гітара	100	atmosphere	"Атмосфера"	
37	Slap Bass 1	Слеп	101	brightness	"Яскравість"	
38	Slap Bass 2	Слеп	102	goblins	"Гобліни"	
39	Synth Bass 1	Синтезований бас	103	echoes	"Луна"	
40	Synth Bass 2	Синтезований бас	104	sci-fi	"Наукова фантас- тика"	
	Струнні			Етнічні		
41	Violin	Скрипка	105	Sitar	Ситар	
42	Viola	Альт	106	Banjo	Банжо	
43	Cello	Віолончель	107	Shamisen	Шамісен	
44	Double bass	Контрабас	108	Koto	Кото	
45	Tremolo Strings	Тремолюючі струнні	109	Kalimba	Калімба	
46	Pizzicato Strings	Струнні, прийом pizzicato	110	Bagpipe	Волинка	
47	Orchestral Harp	Арфа	111	Fiddle	Скрипка	
48	Timpani	Литаври	112	Shanai	Санай	
1	2	3	4	5	6	
	Анса	мблі		Уд	арні	

49	String Ensemble 1	Група струнних	113	Tinkle Bell	Дзвоник	
50	String Ensemble 2	Група струнних (з повільною атакою)	114	Agogo Bells	Агого	
51	Synth Strings 1	Синтетичні струнні	115	Steel Drums	Сталеві барабани	
52	Synth Strings 2	Синтетичні струнні (з пові- льною атакою)	116	Woodblock	коробочка	
53	Voice Aahs	Хорове "а"	117	Taiko Drum	Таїко	
54	Voice Oohs	Вокальне "о"	118	Melodic Tom	Мелодичні том- томи	
55	Synth Voice	Синтетичний го- лос	119	Synth Drum	Синтетичні бара- бани	
56	Orchestra Hit	Оркестрове tutti	120	Reverse Cymbal	Креш-Тарілка у реверсі	
	Мідні духові			Звукові ефекти		
	Мідні ,	духові		Звуков	і ефекти	
57	Мідні , Trumpet	духові Труба	121	Звуков Fret Noise	і ефекти Шум гітарних ла- дів	
57 58	Мідні , Trumpet Trombone	духові Труба Тромбон	121 122	Звуков Fret Noise Breath Noise	і ефекти Шум гітарних ла- дів Звук, що імітує ди- хання	
57 58 59	Мідні , Trumpet Trombone Tuba	духові Труба Тромбон Туба	121 122 123	Звуков Fret Noise Breath Noise Seashore	і ефекти Шум гітарних ла- дів Звук, що імітує ди- хання Шум моря	
57 58 59 60	Мідні , Trumpet Trombone Tuba Muted Trumpet	духові Труба Тромбон Туба Засурдинена Труба	121 122 123 124	Звуков Fret Noise Breath Noise Seashore Bird Tweet	і ефекти Шум гітарних ла- дів Звук, що імітує ди- хання Шум моря Голоси птахів	
57 58 59 60 61	Мідні , Trumpet Trombone Tuba Muted Trumpet French horn	духові Труба Тромбон Туба Засурдинена Труба Валторна	121 122 123 124 125	Звуков Fret Noise Breath Noise Seashore Bird Tweet Telephone Ring	і ефекти Шум гітарних ла- дів Звук, що імітує ди- хання Шум моря Голоси птахів Дзвінок телефону	
57 58 59 60 61 62	Мідні , Trumpet Trombone Tuba Muted Trumpet French horn Brass Section	духові Труба Тромбон Туба Засурдинена Труба Валторна Ансамбль мідних	121 122 123 124 125 126	Звуков Fret Noise Breath Noise Seashore Bird Tweet Telephone Ring Helicopter	і ефекти Шум гітарних ла- дів Звук, що імітує ди- хання Шум моря Голоси птахів Дзвінок телефону Шум вертольоту	
57 58 59 60 61 62 63	Мідні , Trumpet Trombone Tuba Muted Trumpet French horn Brass Section Synth Brass 1	духові Труба Тромбон Туба Засурдинена Труба Валторна Ансамбль мідних Синтетичні мідні	121 122 123 124 125 126 127	Звуков Fret Noise Breath Noise Seashore Bird Tweet Telephone Ring Helicopter Applause	 і ефекти Шум гітарних ла- дів Звук, що імітує ди- хання Шум моря Голоси птахів Дзвінок телефону Шум вертольоту Аплодисменти 	

Набір ударних

клавіші		Стандартна англійська	Інструмент
N⁰	позначення	назва	
1	2	3	4
35	B0	Bass drum 1	Бас-барабан
36	C1	Bass drum 2	Бас-барабан
37	C#1	Side stick	Удар паличкою по обідку барабана
38	D1	Acoustic Snare	Малий барабан
39	D#1	Hand Clap	Плескання долонями
40	E1	Electric Snare	Електричний малий барабан
41	F1	Low Floor Tom	Низький підлоговий том-том
42	F#1	Closed High Hat	Закритий хай-хет
43	G1	High Floor Tom	Високий підлоговий том-том
44	G#1	Pedal High Hat	Хай-хет, гра педаллю
45	A1	Low Tom	Низький том-том
46	A#1	Open High Hat	Відкритий хай-хет
47	B1	Low-mid Tom	Середній низький том-том
48	C2	High-mid Tom	Середній високий том-том (альт)
49	C#2	Crash Cymbal 1	Креш-тарілка
50	D2	High Tom	Високий том-том (альт)
51	D#2	Ride Cymbal 1	Райд-тарілка
52	E2	Chinese Cymbal	Китайська тарілка (Чайна)
53	F2	Ride Cymbal Bell	Райд-тарілка (по центральній час- тині)
54	F#2	Tamburine	Бубон
55	G2	Splash Cymbal	Сплеш-тарілка
56	G#2	Cowbell	Альпійський дзвіночок
57	A2	Crash Cymbal 2	Креш-тарілка
58	A#2	Vibraslap	Вібраслеп

1	2	3	4
59	B2	Ride Cymbal 2	Райд-тарілка
60	C3	High Bongo	Високий бонго
61	C#3	Low Bongo	Низький бонго
62	D3	Muted High Conga	Закрита висока конга
63	D#3	Open High Conga	Відкрита висока конга
64	E3	Low Conga	Низька конга
65	F3	High Timbale	Високий тімбал
66	F#3	Low Timbale	Низький тімбал
67	G3	High Agogo	Високий агого
68	G#3	Low Agogo	Низький агого
69	A3	Cabasa	Кабаца
70	A#3	Maracas	Маракас
71	B3	Short whistle	Короткий свисток
72	C4	Long Whistle	Довгий свисток
73	C#4	Short Guiro	Коротке гуїро
74	D4	Long Guiro	Довге гуїро
75	D#4	Claves	Клавес
76	E4	High Woodblkck	Висока коробочка
77	F4	Low Woodblkck	Низька коробочка
78	F#4	Mute Cuica	Закрита куїка
79	G4	Open Cuica	Відкрита куїка
80	G#4	Mute Triangle	Закритий трикутник
81	A4	Open Triangle	Відкритий трикутник
82	A#4	Shaker	Шейкер
83	B4	Jungle Bells	Бубенці
84	C5	Belltree	Бунчук

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Акустична система	45
Амплітуда сигналу	112
Аналоговий сигнал	25
Аналогово-цифрове перетворення	25, 40
Бітрейт	31
Висота звуку	19, 167
Гучність	12,19, 21-23,26,34
Динамічна обробка	79,82,174
Еквалайзер	93,110,143,160,164,169
Звук	17-36
Звукозапис	11,24,26,35
Звукова плата	38,41,42
Квантування	29,79,128,129,135,147-149
Компресія звуку	80
Мікрофон	24,37,42
Нойзгейт	109
Оцифрування	2,27
Розділення	29,106,128,148,153
Синтезатор	14-16,33-39,42-55,
	64,88,92,103,121,132,
	136-139,151-172
Фільтри	48,85,96,110
Фаза	108
Фейзер	14,84,95,103,110,157
Фленжер	84,94,110,157,163,167
Хорус	14,83,94,110,121,163
Частота дискретизації	28
Шум	21,29,79,96
Шумопригнічення	86,97,112

ЛІТЕРАТУРА

1. Белунцов В.О. Звук на компьютере. Трюки и эффекты / В.О.Белунцов. – СПб. : Питер, 2005. – 448 с.

2. Белунцов В.О. Новейший самоучитель работы на компьютере для музыкантов / В.О.Белунцов. – М. : ДЕСС КОМ, 2002. – 272 с.

3. Белунцов В.О. Железо ПК / В.О.Белунцов. – М. : ДЕСС КОМ, 2005. – 368 с.

4. Деревских В. Музыка на РС своими руками / В.Деревских. – СПб. : БХВ, 2001 – 608 с.

5. Дубровский Д.Ю. Компьютер для музыкантов – любителей и профессионалов : практ. пособие / Д.Ю.Дубровский. – Т. 1. – М., 1999 – 400 с.

6. Загуменнов А.П. Запись и редактирование звука. Музыкальные эффекты / А.П.Загуменнов. –М. : NT Press, 2005. – 181 с.

7. Камінський В. Електронна та комп'ютерна музика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів зі спеціальності "Музичне мистецтво" / В.Камінський. – Львів : Сполох, 2001. – 212 с.

8. Kotoński W. Muzyka elektroniczna / W.Kotoński. – PWM, 2002. – 379c.

9. Когоутек Ц. Техника композиции в музыке XX века / Ц.Когоутек. – М., 1976. – 367 с.

10. Кутузов М. Выбор и модернизация компьютера / М.Кутузов, А.Преображенский. – СПб. : Питер, 2005. – 256 с.

11. Лебедев И. Методическое пособие по работе с нотным редактором Sibelius 2.1 / И.Лебедев, П.Морозов. – [Режим доступу : http://morozovp.boom.ru/Data/Start_Sibelius.htm].

12. Лебедев С. Русская книга о Финале / С.Лебедев, П.Трубинов. – СПб. : Композитор, 2003. – 208 с.

13. Левин А. Самоучитель компьютерной музыки / А.Левин. – СПб. : Питер, 2006. – 398 с.

14. Лысенко А. Finale 2006. Практическое руководство : учеб. пособие / А.Лысенко. – К., 2006. – 201 с.

15. Медведев Е. Steinberg Nuendo 2: секреты виртуального звука / Е.Медведев, В.Трусова. – М., 2004. – 432 с.

16. Медведев Е. Живая музыка на РС / Е.Медведев, В.Трусова. – СПб. : БХВ, 2001. – 720 с.

17. Медведев Е. Cubase SX 2: музыкальный репетитор. Самоучитель / Е.Медведев, В.Трусова. – СПб. : Питер, 2004. –272 с. 18. Медников В. Основы компьютерной музыки / В.Медников. – СПб. : БХВ, 2003. – 336 с.

19. Меерзон Б.Я. Акустические основы звукорежиссуры / Б.Я.Меерзон. – М, 2004. – 206 с.

20. Назайкинский Е. В. Стиль и жанр в музыке : учеб. пособ. для студ. вузов. / Е.В.Назайкинский. – М. : ВЛАДОС, 2003. – 248 с.

21. Николенко Д. MIDI – язык богов / Д.Николенко. – М. : Наука и техника, 2000. – 143 с.

22. Петелин Р. Аранжировка музыки на РС / Р.Петелин, Ю.Петелин. – СПб. : БХВ, 1999. – 272 с.

23. Петелин Р. Музыкальный компьютер / Р.Петелин, Ю.Петелин. – СПб. : БХВ, 2001. – 608 с.

24. Петелин Р. Sound Forge 9. Запись и обработка звука / Р.Петелин, Ю.Петелин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 544 с.

25. Петелин Р. Профессиональные плагины для SONAR и Cubase / Р.Петелин, Ю.Петелин. – СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2003. – 592 с.

26. Петелин Р. Cubase SX 3. Запись и редактирование музики / Р.Петелин, Ю.Петелин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005 – 880 с.

27. Петелин Р. Cakewalk SONAR 7 Producer Edition / Р.Петелин, Ю.Петелин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 880 с.

28. Руденко В. Практичний курс інформатики / В.Руденко, О.Макарчук, М.Патланжоглу. – К. : Фенікс, 1997. – 304 с.

29. Стецюк I. Історія електронних синтезаторів / І.Стецюк, // Музика. – 2006. – № 4.

30. Термен Л.С. Физика и музыкальное искусство / Л.С.Термен. – М., 1966. – 32 с.

31. Фадєєва К. Музичні комп'ютерні технології XX століття / К.Фадєєва. – К., 2006. – 399 с.

32. *Schafer, R.* Murray (1969). The New Soundscape: a handbook for the modern music teacher. – Canada BMI.

33. *Ходаков В.С.* Вступ до комп'ютерних наук : навч. посібник / В.Є.Ходаков, М.В.Пилипенко, Н.А.Соколова. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.

Навчальне видання

Бондаренко Андрій Ігорович

Шульгіна Валерія Дмитрівна

МУЗИЧНА ІНФОРМАТИКА

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Відповідальний за випуск Редагування Комп'ютерне верстання Г.В. Дячук С.М. Суходольська О.О.Недашковська

Підп. до друку _____ Формат 60×84 1/16. Папір др. апарат. Друк офсетний. Ум. друк. арк. _____ Зам. ____. Наклад 300.

Видавець і виготівник Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв 01015, м. Київ, вул. І.Мазепи, 21 Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи ДК № 3953 від 12.01.2011.