

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КУЛЬТУРИ І МИСТЕЦТВ

Бондаренко А. І.

**СУЧАСНЕ МУЗИЧНЕ МИСТЕЦТВО
І КОМП'ЮТЕРНІ ПРОГРАМИ**

Навчальний посібник

Київ
Видавництво Ліра-К
2022

УДК 78'06:004.42

Б811

Рецензенти:

Гуменюк Т. К. – доктор філософських наук, професор Київського національного університету культури і мистецтв;

Серова О. В. – кандидат мистецтвознавства, доцент кафедри академічного і естрадного вокалу та звукорежисури Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв, член Національної спілки композиторів України, лауреат премії ім. Л. М. Ревуцького;

Ганзбург Г. І. – кандидат мистецтвознавства, директор Інституту музикознавства, викладач-методист Харківського фахового музичного коледжу ім. Б. М. Лятошинського, член Національної спілки композиторів України.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Київського національного університету культури і мистецтв
протокол № 5 від 13.10.2021 р.*

Б811 Бондаренко А. І.

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

ISBN 978-617-520-216-6

Навчальний посібник систематизує досвід застосування технологій у створенні музики. Розглядається історія звукозаписних пристроїв та електромузичних інструментів, їх вплив на розвиток музичного мистецтва. Особливо розглядаються сучасні музичні напрями, поява яких завдячувала розвиткові технологій. Представлено базові відомості з музичної акустики.

Практичний розділ докладно описує роботу з музичними комп'ютерними програмами, а саме – набір нотного тексту, обробку аудіофайлів, створення фонограм шляхом підготовки MIDI-файлу, і наступної з ним роботи у програмах багатоканального зведення з підключенням віртуальних синтезаторів і семплерів.

Навчальний посібник призначений для студентів музичних спеціальностей, музикантів-професіоналів, для всіх, хто цікавиться можливостями застосування комп'ютера для створення музики.

УДК 78'06:004.42

ISBN 978-617-520-216-6

© Бондаренко А. І., 2022

© Видавництво Ліра-К, 2022

ПЕРЕДМОВА	6
ЧАСТИНА 1. Історія і теорія музичних технологій	7
Тема 1. Технології та музичне мистецтво	8
Музика і інформація	10
Тема 2. Музичні технології кінця XIX – початку XX століття	13
Тема 3. Розвиток комп’ютерних технологій	22
Тема 4. Становлення електронної музики	25
Французька школа	25
Німецька школа	28
Американська школа	29
Електронна музика в СРСР	31
Тема 5. Експансія електронної музики до масової культури	34
Тема 6. Напрями електронної музики	46
Питання класифікації	46
Напрями танцювальної електронної музики	48
Експериментальні напрями електронної музики	52
Комп’ютерна та алгоритмічна музика	53
Поєднання акустичної та електронної традицій, фольк-електроніка	57
Тема 7. Електронна музика в Україні	60
Тема 8. Теоретичні аспекти роботи зі звуком	67
Фізична природа звуку	67
Характеристики звуку	69
Запис та відтворення звуку	75
Оцифрування звуку	79
Технологія MIDI	84
Синтез звуку	88

Тема 9. Апаратне забезпечення	92
Мікрофони	96
Акустичні системи	99
Пристрої для вводу MIDI	99
Тема 10. Програмне забезпечення	104
Види програмного забезпечення	104
Питання сумісності програмного забезпечення	105
Мови інтерфейсу	107
Правові питання	109
Розмаїття музичного програмного забезпечення	110
ЧАСТИНА 2. Практичне керівництво	
з музичного програмного забезпечення	113
Тема 11. Нотні редактори	114
Sibelius	114
Тема 12. Finale	130
Тема 13. Звукові редактори	146
Огляд звукових ефектів	147
Тема 14. Sound Forge	156
Тема 15. Програми багатоканального зведення	175
Adobe audition	176
Тема 16. Робота з MIDI	192
Cakewalk Sonar	192
Тема 17. Зведення MIDI і аудіо	213
Cubase	213
Тема 18. Синтезатори і семплери	232
Класифікація тембрів	233
Налаштування синтезаторів	235
Тема 19. Синтезатори програми Cakewalk Sonar	240

Тема 20. Семплер-синтезатор HALION 6.....	247
ДОДАТКИ	254
Словник англомовних термінів, що зустрічаються в музичних програмах.....	255
Набір General MIDI	265
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	274
ЛІТЕРАТУРА	278
РЕСУРСИ ІНТЕРНЕТ	281

ПЕРЕДМОВА

Курс «Сучасне музичне мистецтво і комп'ютерні програми» ставить за мету описати, а також допомогти в практичному опануванні студента комп'ютерними технологіями, призначеними 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 «Сучасне музичне мистецтво і комп'ютерні програми» розширить знання студентів як у галузі історії музики, так і в 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 дві частини і 20 тем. Перша частина включає теми 1–7, що стосуються історії розвитку музичних технологій і їх застосування в різних музичних напрямках, насамперед – в електронній музиці, а також теми 8–10, що мають теоретичний характер. Друга частина (теми 11–20) присвячена вивченню музичного програмного забезпечення. По можливості представлено розгляд найновіших версій програм, доступних на момент написання цього підручника. У процесі викладання дисципліни «Сучасне музичне мистецтво і комп'ютерні програми» практичні і теоретичні заняття доцільно чергувати, крім того для опанування практичною частиною слід передбачити значний обсяг самостійної роботи, студентів, результати якої, однак, повинні контролюватись викладачем.

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 творів для набору нот або пісень для аранжування слід кожного разу підбирати в залежності від музичних уподобань, творчих здібностей та професійних інтересів студента.

ЧАСТИНА 1

Історія і теорія музичних технологій

ТЕМА 1

Технології та музичне мистецтво

Розвиток музичного мистецтва тісно пов'язаний з етапами розвитку технологій, науковими та технічними революціями в історії людства і, зокрема, із розробками у галузі звукових технологій.

Так, епоха Відродження (XV–XVI ст.) пов'язана із першою науково-технічною революцією, розробкою геліоцентричної картини світу (М. Копернік), відкриттям (Х. Колумб) і подальшою колонізацією європейцями Америки. У цей же час конструюють поширені сьогодні струнно-смичкові інструменти (скрипка, віолончель), клавесин, на зміну монодії приходить поліфонічна музика (Франко-фламандська школа), формується жанр опери (Я. Пері, К. Монтеверді).

Епоха Просвітництва (XVII–XVIII ст.) пов'язана із відкриттями в області класичної механіки (І. Ньютон) і початком промислової революції, завдяки якій у виробництво впроваджуються парові двигуни, закладено початок розвитку металургії, видобутку вугілля. У цей час знання в області акустики дозволяють поступово впровадити рівномірно-темперований стрій у виконавстві на клавішних (клавесині, органі) і дерев'яних духових. У клавішних нововведення стосувалось настройки струн, а у духових – розрахунку відстані між отворами в корпусі інструментів.

XIX століття нерідко описують як початок науково-технічної революції. В першій половині XIX століття з'явилися перші автомобілі та залізниця, що значно спростять можливості подорожей і, відповідно, посприяють культурному обміну між різними народами світу. В цей же час було закладено основи кібернетики та програмування (Ада Лавлейс) і розроблено першу обчислювальну машину (Чарльз Беббідж), що стане прообразом майбутніх комп'ютерів. Серед інших наукових відкриттів – Періодична система хімічних елементів (Д. Менделєєв) і вивчення властивостей електромагнітного поля (М. Фарадей), що дозволило видобувати електроенергію. Музика XIX століття – це епоха романтизму, розквіт окремих національних композиторських шкіл з їх особливою увагою до народної музики (в тому числі – української). В цей же період набув сучасного вигляду симфонічний оркестр завдяки вдосконаленням клапанної системи дерев'яних духових інструментів

і впровадженню вентильного механізму – у мідних. Сучасні концертні роялі, здатні озвучити великі філармонічні зали – це також винахід XIX століття.

Кінець XIX – перша половина XX століття розглядається культурологами як епоха модернізму. В історії науки найбільш знаковим відкриттям стала Теорія відносності (А. Ейнштейн), яка можливо ще не отримала застосування безпосередньо в технологіях, проте змінила світогляд. Наукові відкриття надихали до певного винахідництва і митців – саме починаючи з XX століття митці зосереджуються на пошуку нових методів виразності, що призводить до небаченого раніше розмаїття творчих напрямів. Нарешті, рубіж XIX–XX століть – це винайдення і впровадження звукозапису, що вважається початком сучасної ери музичного мистецтва і початком історії сучасних музичних технологій.

Якщо 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 тощо, то з поширенням звукозапису меломани отримали можливість слухати музику практично коли завгодно і де завгодно. Така можливість прискорила обмін досвідом між музикантами різних країн і, крім того, породила принципово новий тип побутування музики – «віртуальний», що характеризується відривом слухача від джерела звуку (це явище отримало спеціальну назву «шизофонія»¹), а також можливість сприймати музику як фонове явище, що в свою чергу висуває зовсім інші якісні критерії до музичних творів.

Завдяки можливості тиражувати і поширювати твори музичного мистецтва серед мільйонів слухачів, друга половина XX століття стає епохою масової культури. В соціології з'являються принципово інші якісні оцінки мистецтва – якість визначається через кількість – проданих копій альбомів, трансляцій по радіо, переглядів на Інтернет-ресурсах і т. п.

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

¹ 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.

студію звукозапису. З іншого – на ринку програмного забезпечення з'явилися музичні програми, якими може оволодіти людина навіть з вельми поверховою музичною освітою і нерозвинутим слухом.

Ця обставина поглибила ще одне явище – надлишковості інформації, яку пересічний слухач не в змозі осягнути. В результаті, як відзначає Б. Сюта, в умовах надлишковості інформації широка публіка втрачає здатність до критичного відбору мистецьких творів і втрачає здатність до сприйняття закладених у творах мистецтва культурних кодів² і, як наслідок – «відбуваються процеси «усереднення» і проникнення «людино-маси» в тому числі й в академічну музику»³. Простішими словами, як визначає І. Победоносцева, «людина, котра проводить майже третину життя біля телевізора у безперервному блуканні від програми до програми, чи то біля ПК у плаванні хвилями Інтернету, здатна адекватно сприймати лише мигтіння знаків, оскільки їх зв'язок із тим, що вони означають, передбачає більш глибоке занурення у сферу знаку»⁴.

Разом з тим, сучасні комунікаційні технології стають базою для протилежних процесів – «контркультури», «контр-глобалізації» і інших елітних течій, недоступних для сприйняття більшістю, проте привабливих для більш інтелектуально підготовленої меншості.

Музика і інформація

Комп'ютерні технології – це, насамперед, технології обробки інформації. Тому розуміння принципів роботи комп'ютерів спирається на **інформатику** – науку що вивчає можливості обробки інформації.

Ключовим поняттям інформатики є **інформація**, що визначається як **«одне з найбільш загальних понять науки, що позначає**

² «Культурним кодом» в сучасній культурології позначається закладена в той чи інший твір мистецтва інформація про ті чи інші аспекти дійсності, що нас оточує або оточувала раніше. Застосування слова «код» очевидно натхненно інформатикою – якщо робота комп'ютера заснована на «кодуванні» інформації у двійковий код, то, аналогічно, за уявленнями культурологів, митець так само «кодує» інформацію мовою свого виду мистецтва.

³ Сюта Б. Глобалізаційні та периферизаційні процеси в культурі як чинник організації художньої цілісності в сучасній музиці. Київ : Комора, 2006. 61 с.

⁴ Победоносцева І. Є. Телевізійний дискурс у культурному просторі постмодернізму : автореф. дис. ... канд. мистецтвознав. : 17.00.04 / НАН України. Ін-т мистецтвознав., фольклористики та етнології ім. М. Т. Рильського. Київ, 2005. 20 с.

певні відомості, сукупність якихось даних, знань тощо»⁵. 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 ХХІ століття світ штучних носіїв інформації став надзвичайно багатоманітним – від паперових друків 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, нюхову та смакову**.

Сучасні інформаційні технології розраховані насамперед на зорове і, значною мірою, 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.

Технологічною основою збереження і обробки інформації сучасними комп'ютерними технологіями є двійковий код. Будь-яку інформацію можна представити у числах. У випадку текстової інформації – цифрами кодується кожна буква тексту. У випадку графічної – кожна точка зображення і кожен колір, у який ця точка може бути забарвлена. У випадку звукової інформації кодується сама форма звукової хвилі, про що детальніше піде мова нижче.

Слід розуміти, що якщо ми говоримо про музику як мистецтво і про музичні інформаційні технології, ми маємо справу з двома різними рівнями інформації.

Відомо, що музика є мистецтвом, **«в якому дійсність відображається засобами звукових художніх образів»⁶**. 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. Музи-

⁵ Енциклопедія кібернетики. – К. : Гл. ред. Української советської енциклопедії. – К. : Наук. думка, 1990.

⁶ Юцєвич Ю. Є. Музика: словник-довідник. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2009. С. 163

ка несе в собі інформацію про епоху, національні традиції, культурне оточення, в якому працював її автор. Борис Асаф'єв називав музику «мистецтвом інтонованого смислу». В світлі сучасної культурології інтонація розглядається як «аудіальний культурний код»⁷, тобто інформація про дійсність, що оточує митця, його почуття, досвід, закодовується у послідовності звуків. Розуміння цього «культурного коду» передбачає відповідний культурний досвід слухача, зокрема слуховий.

У випадку музичних технологій, під інформацією мають на увазі виключно звуковий процес, безвідносно його художньої цінності. Інформація про звуковий процес, тобто форму звукових коливань, яка вимірюється чисельно, кодується методами комп'ютерного кодування, тобто, в кінцевому підсумку – у двійковий код. Так само, за допомогою двійкового коду може бути представлено і будь-який нотний текст, або будь-яку послідовність звуків для її відтворення синтезатором. Вивчення технологій роботи зі звуком і є предметом темою цього підручника.

⁷ Див. Афоніна О. Культурний код і «подвійне кодування» в мистецтві. : автореф дис ... д-ра мистецтвознав. : 26.00.03. / НАКККіМ. Київ, 2018. 39 с.

Музичні технології кінця ХІХ – початку ХХ століття

Винайдення звукозапису

Початком відліку історії музично-інформаційних технологій слід 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 (мал. 1). Едісон оголосив про своє відкриття 21 листопада 1877 року. Це відкриття мало епохальне значення – адже вперше людина навчилася фіксувати та відтворювати записаний раніше звук.



Мал. 1. Фонограф Едісона в музеї м. Йорінг, Данія.

Джерело: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fonograf_01_ubt.jpeg

На відміну від сучасних пристроїв, перші фонографи не використовували електрику. Основними конструктивними елементами фонографу був рупор, що вловлював акустичні коливання, мембрана, на яку ці коливання передавались, і голка, за допомогою якої запис здійснювався на циліндри, вкриті металевою фольгою. Під час запису звуку циліндри оберталися по спіралі і постійно трохи зміщувалися вбік. Голка продавлювала борозну в фользі – чим інтенсивніший звук, тим глибше борозна. Відтворення відбувалось аналогічно, тільки в зворотному напрямку, – циліндр крутиться, і відхилення голки при проходженні по борознах змушують мембрану коливатися і тим самим створювати звук, що виходить з рупора.

Перші звукозаписи носили експериментальний характер. На зміну фонографу у 1896 році прийшов грамофон (мал. 2), який замість циліндрів використовував ебонітові платівки. Основна перевага грамофона над фонографом – це поперечний запис, що забезпечував суттєве зниження спотворень, а також гучніший звук та легкість тиражування. Вже наприкінці XIX століття було започатковано серійне виробництво грамофонів та грамофонних платівок. Першими компаніями, що займалися виробництвом грамплатівок, а також самих грамофонів були компанії «Columbia» (США, заснована 1889), «Pathé» (Франція, 1896), «Gramophone» (Велика Британія, 1898). Асортимент звукозаписів досить швидко досяг тисяч і навіть десятків тисяч – вони охоплювали вокальні і оркестрові записи того часу.

Хоча українці, на жаль, не брали участі у розробках перших звукозаписних пристроїв і не володіли звукозаписними лейблами, українська музика все ж потрапила на платівки. Так, у 1899–1901 роках фірмою «Грамофон» були записані окремі твори М. Лисенка – «Сонце низенько», «Віють вітри» (із опери «Наталка Полтавка») та обробку народної пісні «Ой не світи, місяченьку». У 1911 фірма «Екстрафон» заснувала фабрику в Києві. На цей час вже нараховувалося більше сотні записів українських музикантів, зокрема чимало записів було зроблено М. Лисенком⁸. Більшість цих записів, на жаль, не збереглося, і лише окремі реставровані записи початку XX століття С. Крушельницької та М. Мишуги доступні в мережі Інтернет.

Звукозаписувальну техніку від початку століття використовували і фольклористи для фіксації музичного фольклору. Зокрема, збереглися окремі записи кобзарів і лірників, здійснені Ф. Колес-

⁸ Див.: Зьола М. М. Прижиттєві грамзаписи М. В. Лисенка на фоні проблем української дискографії. Коллегіум. 1998. Т. 1(7/8). № 7. С. 95–107.

сою в ході експедиції Лівобережною Україною разом з К. Квіткою та Лесею Українкою⁹.



Мал. 2. Фонограф Миколи Аркаса,
Музей видатних діячів української культури

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 і телебаченню розширило обрії музичного простору, прискорило процеси обміну інформацією, сприяло інтеграції в європейське мистецтво традицій неєвропейських музичних культур і навпаки – опануванню європейською музикою неєвропейськими народами, і вже в першій половині XX століття спричинило до появи нечуваного раніше багатоманіття стилів і напрямів музичного мистецтва.

З іншого боку – можливість міксувати, тобто з'єднувати два чи більше аудіозаписів в один, відкрила нові шляхи експериментування з музичним матеріалом. Перші досліди піонерів «конкретної музики»¹⁰ носили скоріше експериментальний характер, проте мультитрекові пісні «Бітлз» продемонстрували переваги нових техноло-

⁹ Див. Колекція фоноваликів Філарета Колесси. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/Колекція_фоноваликів_Філарета_Колесси

¹⁰ «Конкретна музика» - напрям 1940-х років, див. тему 5.

гій, а сама ідея оперування з записаним раніше матеріалом стала одним із вагомих чинників визрівання постмодерної техніки алюзій і цитат, яку філософи назвуть «інтертекстуальністю», а композитори використовуватимуть далеко не тільки в електронній музиці, але й в камерно-інструментальній та симфонічній.

Перші електронні інструменти

Але повернемося 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.

Питання першого в історії електронного музичного інструменту є доволі неоднозначним. В деяких книгах можна прочитати про такі інструменти, як оркестріон «Denis d`or» Прокопа Дівіша (1753) та «електроклавесин» Жан-Батіста Деляборда (Jean-Baptiste Thillaie Delaborde, 1759). Конструювання цих інструментів стало можливим завдяки тому, що в 1745–1746 роках було винайдено «лейденську банку» – прообраз сучасних конденсаторів, пристрій, що може тривалий час «зберігати» статичний електричний заряд. Щоправда, про ці інструменти відомо досить мало. Про «Denis d`or» збереглася інформація лише стосовно того, що цей інструмент міг шокувати виконавця електричним струмом «коли того хотів винахідник»¹¹. Звідси й назва, пов'язана з іменем давньогрецького бога Діонісія. Стосовно другого інструменту, електроклавесина Деляборда – електричний струм використовувався для приведення в рух окремих дзвоників, які підвішувались на залізних прутках¹². Тобто про перетворення електричного сигналу в акустичний у цих інструментах поки що не йшлося.

Першим інструментом, в якому електричний сигнал перетворювався на звуковий імовірно є музичний телеграф. Цей інструмент був винайдений Ілайшою Греєм у 1876 році в ході вдосконалення телеграфу – дослідник намагався знайти спосіб передавати по одній лінії кілька потоків сигналів одночасно, кожен з яких складався би з сигналів певної частоти. В результаті музичний телеграф доз-

¹¹ Див. Sitter P. Das Denis d`or: Urahn der 'elektroakustischen' Musikinstrumente? URL: <http://www.uni-koeln.de/phil-fak/muwi/fricke/303sitter.pdf>

¹² Див. 'Clavecin Électrique'. Jean-Baptiste Delaborde, France. 1759. 120 years of electronic music. URL: <http://120years.net/wordpress/clavecin-electrique-1759/>