

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ МИСТЕЦТВ
КАФЕДРА ЕСТРАДНОЇ МУЗИКИ

УЖИНСЬКИЙ МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ

Методичні вказівки
до виконання практичної та самостійної роботи

ГЕНЕЗА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

для студентів спеціальності 025 «Музичне мистецтво»
освітньої програми
«Музичне мистецтво. Комп'ютерно-електронна музика»

Рівне – 2022

Автор.знак У-33
УДК 781.2:004.032.6

Ужинський М. Ю. Генеза мультимедійних технологій : метод. вказівки до виконання практ. та самост. роботи для студентів спец. 025 «Муз. мистецтво» освітньої програми «Муз. мистецтво. Комп'ютерно-електронна музика» / М. Ю. Ужинський ; М-во освіти і науки України, Рівнен. держ. гуманіт. ун-т, І-т мистецтв, Каф. естрадної музики. – Рівне : РДГУ, 2022. – 26 с.

Ужинський М. Ю. кандидат мистецтвознавства, доцент кафедри естрадної музики Інституту мистецтв Рівненського державного гуманітарного університету.

Рецензенти:

заслужений працівник культури України, звукорежисер вищої категорії кіно і телебачення, доцент, завідувач кафедри звукорежисури Київського Національного університету театру кіно і телебачення ім. І. К. Карпенка-Карого **Домбругова Н. М.;**

кандидат мистецтвознавства, доцент кафедри академічного і естрадного вокалу та звукорежисури Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв (м. Київ) **Дьяченко В. В.**

Методичні вказівки покликані сприяти кращому розумінню і засвоєнню практичного матеріалу та самостійної роботи з дисципліни «Мультимедійні технології» (Модуль «Реалізація музичної продукції») студентами спеціальності 025 «Музичне мистецтво» освітньої програми «Музичне мистецтво. Комп'ютерно-електронна музика».

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри естрадної музики Інституту мистецтв Рівненського державного гуманітарного університету, протокол № 1 від 25.01.2022 р.

Розглянуто та рекомендовано до друку навчально-методичною радою Інституту мистецтв, Рівненського державного гуманітарного університету, протокол № 1 від 26.01.2022 р.

ЗМІСТ

Передмова	4
<i>Витоки мультимедійних технологій</i>	<i>5</i>
<i>Система звукозапису «Компакт-диск».....</i>	<i>7</i>
<i>Проміжні цифрові формати</i>	<i>13</i>
<i>Технологія лазерного звукозапису DVD</i>	<i>15</i>
<i>Технології підвищеної ємкості</i>	<i>19</i>
Термінологічний словник	23
Література	25

ПЕРЕДМОВА

Історичні аспекти становлення сучасних засобів художньої виразності та їхній вплив на мистецтво в цілому широко відомі на Заході. Інформацію про це можна легко знайти в центрах медіа-мистецтв, публічних бібліотеках, університетах та академіях мистецтв. В Україні така інформація майже відсутня, а це у свою чергу під час вивчення питання щодо впливу технічних інновацій на мистецтво створює труднощі. Актуальність даної теми очевидна, тому що мистецтво й наука є невід'ємними і необхідними сферами в житті кожної людини. Представлена робота має на меті з'ясувати особливості впливу сучасних доробок мультимедійної звукотехніки на музичне мистецтво, розглянути специфіку взаємодії мистецтва і науки на даному етапі, охарактеризувати результати їхньої взаємодії і вплив на якісний рівень виходу спектаклів.

Протягом усієї історії людства мистецтво і наука повсюди і багатогранно взаємодіяли. Існують галузі, коли саме мистецтво впливає на технологію і виробництво, а також галузі, де процес такої взаємодії виглядає більш ніж природно, прикладом такої взаємодії слугують дизайн та архітектура. Від того, що техніка і мистецтво перебувають у безперервному розвитку, їх взаємодія завжди залишається динамічною. Мистецтвознавці виділяють декілька періодів в історії, коли суть подібної взаємодії якісно змінювалася. До недавнього періоду відноситься миттєва реакція й рефлексія сфери мистецтва на здобутки мультимедійних технологій та їх значення. Це подіяло на використання деяких мистецьких технологій, з метою створення нових форм мистецтва (аудіовізуальний простір, технологія віртуальної реальності).

Витоки мультимедійних технологій

Початковим кроком зі створення цифрових технологій нового покоління і в подальшому розвитку мультимедійних форматів сприяла низка відкриттів, наукових праць і методів випробування ведучими фірмами аудіоіндустрії в цілому світі. І першим носієм звукової інформації слід вважати лазерний відеодиск системи Laser Vision, а не вінілову грамплатівку. Саме в процесі розвитку дискового відеозапису була відпрацьована технологія лазерного запису інформації на оптичний носій, технологія виготовлення самого диску й методи конструкції стереосистем таких програвачів. Перші роботи з оптичного запису інформації на дисковий носій розпочались ще в 1961 році у стінах Стенфордського університету в США. Запис інформації здійснювався фотографічними методами на темному фоні у вигляді світлих крапок і рисок. Виконання такого запису створювалось шляхом просвітлювання відеодиску променем лампи із ртуттю. У подальшому розвитку відеодисків було чотири основні напрямки.

Першим з'явилося повідомлення про розроблення **механічного** методу відеозапису в 1970 році. Цей метод, розроблений Західнонімецькою фірмою Telefunken і англійською Decca полягав у тому, що відеосигнал записувався на хлорвініловий диск діаметром 21 см. і товщиною 1,2 мм. у вигляді рідких зубців на стінці у вигляді V- образної канавки. Виконання такого запису здійснювалось як у звичайному грамзапису, з допомогою діамантової голки. Хвилі голки передавались на безпосередньо зв'язаний з нею п'єзоелемент, таким чином механічні хвилі перетворювались в електричний сигнал. Запис механічних відеодисків – оригіналів, створювався так само, як запис оригіналів для аналогічних грамплатівок – шляхом вирізання канавки на диску з лаковим покриттям. Різець при цьому був безпосередньо з'єднаний з п'єзоелементом, приведеним у дію за допомогою електричного сигналу запису. Тиражування таких відеодисків проводилось також на тому ж обладнанні, що і для довгограючих платівок.

Другий спосіб відеозапису – **ємкісний** – був запропонований у 1972 р. американською фірмою RCA. Запис інформації при цьому методом аналогічний записові механічного відеодиску – за допомогою різця, з'єданого з п'єзоелементом. Тільки здійснювався він на алюмінієвий диск, покритий шаром міді. Потім за першим оригіналом робили матрицю, за якою з хлорвінілу формували відеодиски. Готові відеодиски покривалися спочатку тонкою металевою плівкою, а потім діелектричним захисним шаром. Відтворення такого запису полягало у зміні електричної ємкості між електродом, розташованим на кінці відтворювальної голки, і металевої плівки відеодиску. Там, де на поверхні відеодиску відступ – відстань між ними зменшилась, а ємкість відповідно збільшилась. Де на диску поглиблення (піт) – відстань збільшилась, а ємкість зменшилась. З цією ємкістю була з'єднана зовнішня індуктивність, створюючи резонансний контур. На контур надходила перемінна напруга з частотою 915 МГц. Зміна ємкості змінювала резонансну частоту контуру й модулювало по амплітуді несучі коливання, що забезпечувало можливість відеосигналу. Існували варіанти ємкісного методу розроблені як фірмою RCA так і японською фірмою NIPPON VIKUTA.

Третій метод – **оптичний** – був розроблений у 1972 р. фірмою PHILIPS. Тут записаний сигнал являв собою низку поглиблень на віддзеркаленій поверхні диска, покритого алюмінієм. Диск виготовлявся з прозорої пластмаси і “зняття” інформації здійснювалось крізь усю його товщу, близько 1 мм. Відповідний промінь або віддзеркалювався від алюмінієвого шару, або розсіювався в поглибленнях. Модулюючи таким чином віддзеркаленим промінем, його використовували для формування відтвореного сигналу. Аналогічна система також 1972 р. була запропонована фірмою MCA.

А в 1973 р. французька фірма THOMSON розробила відеодиск, відтворення якого здійснювалось не у віддзеркаленому, а у прохідному світлі. При цьому методі промінь лазера, проходячи через диск і

розташовану в середині його доріжку, освітлював чотирьохетапний фотоприймач, реєструючи інформаційний сигнал і сигнал автотрекінга.

Четвертий метод – **магнітний** – був запропонований західнонімецькою фірмою BOGEN у 1973 р. [3]. У цьому випадку для запису і відтворення використовувався той самий принцип, що і в магнітному запису на стрічку, тільки замість стрічки роль носія виконував магнітний диск з робочим шаром на основі двоокису хрому товщиною 12 мкм.

Перші цифрові звукові диски почали з'являтися на початку 1973 р. і були схожі на попередні відеодиски. Тут було три напрямки в методах запису інформації – *механічний, ємкісний і оптичний*. Механічний був представлений фірмою TELEFUNKEN, ємкісний – фірмою NIPPON VICUTA, оптичний – відразу декількома фірмами – PHILIPS, SONY, HITACHI, MITSUBISHI, SANYO та ін.

Серед оптичних програвачів найбільш схожим на теперішній програвач компакт-дисків був зразок, представлений фірмою PHILIPS. Діаметр диска мав 12 см (у всіх інших 30 см), час звучання – одна година. Використовувався вже розроблений до того часу канальний код EFM (8-14) і спосіб відтворення з постійною лінійною швидкістю.

У червні 1979 р. між фірмами PHILIPS і SONY була укладена угода про проведення сумісних розробок за створення системи оптичного запису звуку. У результаті цього тандему до травня 1982 р. цими фірмами був підготовлений проект міжнародного стандарту на систему оптичного запису «Компакт-диск». До вересня контракти на виробництво програвачів CD і самих компакт-дисків підписали 44 фірми (з котрих 11 не японські), у жовтні 1982 р. стандарт на систему «Компакт-диск» був прийнятий на конференції підкомітету 60А МЕК (Міжнародної Електротехнічної Комісії), і компакт-диск почав своє офіційне існування.

Система звукозапису «Компакт-диск»

З представленням на міжнародний ринок у 1982 р. фірмами Sony і Philips формат оптичного запису «Компакт-диск» відповідно надав перелік

стандартів по відповідності до вимог виготовлення і запису маючи діаметр 120 мм. І товщину 1,2 мм., підкладка (матриця) має інформаційні доріжки – модульовані по профілю та послідовно розташовані по спіралі поглиблення (піти) та випуклі (ленди) ділянки поверхні, в цифровому форматі запису відповідають як прийнято «1» і «0». Відстань між центрами сусідніх інформаційних доріжок (вітками спіралі) – 1,6 мкм. Глибина пітів – 0,07, ширина – 0,7 мкм. Технологія виготовлення одна з розповсюджуваних на даний момент CD з вже записаною інформацією полягає в тому, що поверхня з записом формується з пластмаси методом лиття по шаблону, який виготовляється з носія-оригіналу. На матриці CD поглиблення отримуються там, де на шаблоні міняється виступи. Після цього поверхня матриці покривається шаром алюмінію, щоб покращити відбиваючі властивості для променю лазера, за допомогою якого здійснюється зчитування. Потім поверхня герметизується прозорою пластмасою, з протилежного боку на CD наклеюється етикетка. При зчитуванні інформації з CD лазерний промінь попадає або на гладку (рівну) поверхню, або на поглиблення. В першому випадку промінь буде відбитий і попадає на фотоприймач, в другому він буде розсіяний. Зміна інтенсивності випромінювання на фотоприймачеві сприймається як «одиниця», а збереження її рівня як «нуль». Схема відтворення інформації з CD полягає в тому, що промінь напівпровідникового лазера збирається лінзою-коліматором та подається на дифракційну ділянку. Тут він розщеплюється на три промені: один з яких (центральный) зчитує інформацію з інформаційної доріжки, а два інших використовуються в системі автотрекінгу (слідкування за інформаційною доріжкою). Далі всі три промені проходять через поляризатор та світлоподільний елемент, де відбувається розділення падаючих на CD відбитих від нього променів. Об'єктив фокусує промені до 1 мкм. Відтворення записаної на CD інформації стає можливим завдяки розсіюванню світла на мікрорельєфі його поверхні: якщо світлова пляма падає між пітами, світло розсіюється. Інтенсивність відбитого світлового променю нульового порядку

реєструється фотоприймачем відтворюючи записані на CD послідовність нулів та одиниць. З врахуванням дуже малих розмірів інформаційної доріжки, процес стабільного відтворення можливий тільки при умові, що при цьому не змінюється відстань між фокусуючим об'єктом та по верхньою диска. Також треба слідкувати за тим, щоб промінь лазера для зчитування не збивався і послідовно йшов вздовж однієї доріжки (треку). Відповідно до цього система відтворення інформації з CD має «виконавчі» системи автоматичного регулювання: систему автофокусування та систему автотрекінгу. Віддзеркалення CD в напрямку перпендикулярному до поверхні CD, відслідковує система автоматичного фокусування. Вона забезпечує збереження відстані між об'єктивом та поверхнею CD з точністю 0,5 мкм, що достатньо для підтримання постійним діаметра лазерної крапки. Система автотрекінга працює так, що відбиваючись від поверхні CD світло повертається в об'єктив і проходячи через світлоподільвальний кубик та циліндричну лінзу попадає на центральні ділянки фотоприймача сигнали в яких порівнюються між собою. Різний сигнал пропорційний взаємному зміщенню об'єкта та поверхні CD.

Для зменшення впливу дефектів поверхні CD (подряпин, пилу, бруду тощо) оптичне відтворення інформації здійснюють через прозору підкладку носія за допомогою короткофокусного об'єктиву. Більшість помірних дефектів поверхні при цьому залишаються поза «зони фокусу» об'єктиву, тобто не впливають на позитивний прийом інформації. Для більш значного підвищення стійкості до перешкод в системі (стандарті) CD застосовується так званий подвійний код Ріда-Соломона, який шляхом математичних та логічних перетворень та переміщень інформаційних символів дозволив при відносно невеликому надлишку інформації (25%) зменшити імовірність помилок в 10-разів.

Існує стандарт одноразового запису на CD, який називається CD-R (CD Rewritable), яка дозволяє виконувати не тільки одноразове «випалювання» інформації, але й багаторазовий перезапис. На CD-RW крім шару віддзеркалення нанесений шар окису теллура. Під час запису

лазерний промінь перетворює стабільну кристалічну структуру і частково переводить її в метастабільний амфорний стан. З цією метою, тобто для стирання записаної інформації, лазером нагрівають покриття до точки кристалізації та утримують цю температуру на протязі відносно тривалого інтервалу часу. Для нового перетворення кристалічної структури в амфору (при записі) лазер нагріває шар окису теллура значно сильніше, але на значно коротший час. Завдяки цьому CD-RW, на відміну від CD-R, дозволяє виконувати запис та стирання інформації необмежену кількість разів.

CD (Compact-Disc) – компакт-диск. Перша назва «Compact Disc Digital Audio System» – цифрова звукова система Компакт-диск. Формат представлений фірмами Sony і Philips (прийнятий у жовтні 1982 року Міжнародним Стандартом) і отримав остаточну назву CD-DA (Compact Disk - Digital Audio). CD (Compact Disk) це односторонній пластмасовий диск з лазерним записом і відтворенням, діаметром 120 і 90 мм, вміщуючи 74 хвилини стереозвучання (з часом більше) з частотою дискретизації 44,1 кГц і 16-ти бітним лінійним квантуванням. Для захисту від помилок використовується подвійний код Ріда-Соломона з перехресним перемежуванням (Cross Interleaved Reed-Solomon Code, CIRC) і модуляція кодом Хемінга 8-14 (Eight-to-Fourteen Modulation, EFM). Розрізняються CD-Audio, одноразового запису CD-R і багаторазового перезапису CD-RW – компакт-диски. Наявність ряду переваг – якісний звук з хорошим частотним і динамічним діапазоном, миттєвий доступ до треків, стійкість до зносу і простота використання.

CD-Audio. Такі пристрої можуть записувати звук в реальному часі з аналогового і/або цифрового джерела. Запис здійснюється на спеціальні чисті компакт-диски 63 і 74 хвилини. Запис може здійснюватись в декілька етапів. Але тільки після запису ТОС (Table of Contents) диск можна відтворювати на будь якому CD плеєрі. Хоча фірма Denon розробила плеєри здатні відтворювати ще не з завершеною мультисесією диски. Процес запису на автономні CD-R декі не відрізняється (крім встановлення

швидкості) від запису на другі прилади. Від комп'ютерних систем його відрізняє можливість часткового запису, так звана «старт/стоп запис», тобто можна записати декілька треків (доріжок), зупинитись, витягнути диск і записати з часом ще потрібну кількість треків. Проблема з CD-R виникає під час запису стартових кодів «стартовий розбіг, розгін, прожог». Всі пристрої мають режим введення подібних кодів вручну або за допомогою автоматичного їх визначення (в залежності від пауз). Автоматичний режим не досить точний і може привести до помилок (наприклад, під час пауз відтворення пісень).

CD-ROM (Read Only Memory) – пам'ять тільки для читання, появились у 1985р. В Книзі Стандартів пов'язані з «Yellow Book» (Жовта Книга). Запис інформації до 650 Мбайт, формат краще захищений ніж CD-Audio і використовується в Західних країнах для архівації фонограм.

MP3 – ліцензований формат файла для зберігання аудіо-інформації. Розроблений на початку 90-тих років Інститутом Фраунгофера в Ерлангені, Німеччина. Широко використовується в файлообмінних мережах для передачі музичних творів. Базується на теоремі Котельникова-Шеннона. Є форматом стиснення з втратами, тобто частина звукової інформації, яку вухо людини сприйняти не може, безповоротно видаляється з запису. Розробка формату була пов'язана з тим, що формат Audio-CD – дуже великий за розміром файл (1 хвилина ~ 10-15 Мб інформації), і для пересилання в Інтернеті був дуже незручним. Тому треба було зменшити розмір файла та зберегти якість звучання.

MP3 розроблений робочою групою інституту Фраунгоферу MPEG (Motion Pictures Expert Group) – група експертів в області кінематограф. Основою розробки MP3 послужив експериментальний кодек ASPEC (Adaptive Spectral Perceptual Entropy Coding). Першим кодувальником у формат MP3 стала програма L3Enc, випущена влітку 1994 року. Через один рік з'явився перший програмний MP3-плеєр – Winplay3.

У цьому форматі звуки кодуються частотним чином (без дискретних партій); є підтримка стерео. MP3 є форматом стиснення з втратами, тобто

частина звукової інформації, яку (згідно психоакустичної моделі) вухо людини сприйняти не може, або сприймається не всіма людьми, і з запису видаляється безповоротно. Ступінь стиснення можна варіювати, зокрема в межах одного файлу. Інтервал можливих значень бітрейта складає 8 – 320 кбіт/с. Для порівняння, потік даних із звичайного компакт-диска формату CD-Audio дорівнює 1411,2 кбіт/с при частоті дискретизації 44100 Гц. Поширена думка, що запис з бітрейтом 128 кбіт/с підходить для музичних творів, призначених для прослуховування більшістю людей, забезпечуючи якість звучання CD-Audio. Насправді все набагато складніше. По-перше, якість отриманого MP3 залежить не тільки від бітрейта, але і від кодувальної програми (кодеку). По-друге, крім режиму CBR (у якому кожна секунда аудіо кодується однаковим числом бітів) існують режими ABR і VBR (у яких бітрейт варіюється, забезпечуючи вищу якість звучання). По-третє, межа 128 кбіт/с є умовною, оскільки її було «винайдено» під час створення формату, коли на бюджетних аудіокартах і колонках було практично неможливо відрізнити MP3 від оригіналу. На даний момент вважається, що звучання, яке годі відрізнити від оригінального (при правильно вибраному і налаштованому кодеку) як правило можна досягти при бітрейті від 160 кбіт/с і вище – залежно від початкового аудіофайлу, слухача і його аудіосистеми. Деякі аудіофайли вважають за краще стискати музику з «максимальною якістю» – 320 кбіт/с. Проте існують семпли (фрагменти аудіозапису), які не піддаються стисненню з втратами: на всіх можливих бітрейтах не складає особливих труднощів відрізнити стиснене аудіо від оригіналу.

Існують версії MP3 кодека для різних потреб: MPEG-1, MPEG-2 і MPEG-2.5. Відрізняються вони можливими діапазонами бітрейту і частоти дискретизації:

32 – 320 кбіт/с при частотах дискретизації 32000 Гц, 44100 Гц і 48000 Гц для MPEG-1 Layer 3;

8 – 160 кбіт/с при частотах дискретизації 16000 Гц, 22050 Гц і 24000 Гц для MPEG-2 Layer 3;

8 – 160 кбіт/с при частотах дискретизації 8000 Гц і 11025 Гц для MPEG-2.5 Layer 3.

Оскільки формат MP3 підтримує двоканальне кодування (стерео), існує 3 режими:

Проміжні цифрові формати

DAT (Digital Audio Tape) – система цифрового магнітного запису звука на стрічку. Цифровий формат представлений фірмою Sony з частотою дискретизації 48 кГц і записом стереоканалів. DAT-магнітофони записують звук на стрічку за допомогою рухомої головки. Розроблені в свій час для побутового ринку, вони не мали широкого розповсюдження, але стандартним методом запису кінцевого мастеринга як в професійних так і в бюджетних студіях. Слід відмітити що в комп'ютерному світі під терміном DAT розуміють прилад резервного копіювання інформації (також названі DataDAT), котрі не мають нічого спільного з DAT-магнітофонами, з початку названі R-DAT. Теоретично всі прилади сумісні один з одним, але існують випадки коли касети записані на декі від Sony не відтворюють запис від дек-магнітофонів фірми Panasonic.

S-DAT (Stationary head Digital Audio Tape): цифрова звукова стрічка з нерухою головкою. Система подібна до звичайного касетного магнітофона, запис і відтворення в яких ведуться блоком нерухомих тонко-стрічкових головок на стрічці шириною 3,81 мм. З двосторонньою касетою розміром 86/55,5/9,5 мм. Запис двох, або чотирьох каналів з 16-розрядністю на частотах 32, 44.1 і 48 кГц.

R-DAT (Rotary head Digital Audio Tape): цифрова звукова стрічка з рухоюю головкою. Система яка нагадує відеоманітофон з нахилом поперек, записом рухомих головок. Найбільш популярний формат стрічкового цифрового запису, система *R-DAT* позначається просто *DAT*, в ній використовується касета розміром 73/54/10,5 мм, стрічка шириною 3,81 мм, сама система і стрічка подібна до типового відеоманітофону. Швидкість руху стрічки – 8,15 мм/с, швидкість руху блоку головок – 2000 об/хв. *R-DAT* працює з двоканальним (в деяких моделях чотирьох

канальним) сигналом з частотою дискретизації 44,1 і 48 кГц з 16-розрядним лінійним квантуванням, 32 кГц з 12-розрядним не лінійним квантуванням. Для захисту від помилок використовують подвійний код Ріда-Соломона і модуляція кодом 8-10. Місткість касети від 80 до 240 хв. В залежності від швидкості і довжини стрічки. Побутові *DAT* магнітофони як правило оснащені системою захисту від незаконного копіювання фонограм, не дозволяючи запис з аналогового виходу на частоті 44,1 кГц, а також прямого цифрового копіювання при наявності кодів заборони *SCMS* (Serial Code Management System). Студійні магнітофони таких обмежень не мають.

ADAT (Alesis Digital Audio Tape) – власна система (Proprietary) восьми канального запису на відеокасету типу S-VHS, розроблену фірмою Alesis. Використовує 16-бітне лінійне квантування на частоті 44,1 і 48 кГц, ємкість касети вміщує після фарматування до 60 хвилин на кожен канал. Магнітофони *ADAT* створюють каскадне з'єднання, в результаті чого може бути зібрана система 128-канального синхронного запису. Для *ADAT* випускається (випускалось) багато різноманітних інтерфейсів для комутації з *DAT*, *CD*, *MIDI*. Існують моделі котрі використовують 20-бітне квантування на частотах 44.1 і 48 кГц.

DASH (Digital Audio Stationary Head) – система з записом на магнітну стрічку шириною 6.3 і 12.7 мм в продольному напрямку нерухомими головками. Швидкість руху стрічки – 19.05, 38.1, 76.2 см/с. Реалізує 16-бітний запис з частотою дискретизації 44.1 і 48 кГц від 2 до 48 каналів.

DCC (**D**igital **C**ompact **C**assette) – цифрова компакт-касета. Розроблена фірмою Philips у 1993р. Використовується принцип *PASC* - стиснення даних чотири до одного. *DCC* дуже нагадує аналогову касету, також розроблену фірмою Philips, це навмисно бо прилади *DCC* можуть відтворювати і записувати звичайні касети. Касети для цифрового запису також є двосторонніми і пропонують користувачу 30, 45, 60, 90 хвилин запису на двох сторонах. Попередньо записані касети показують на

дисплеї назву альбому і відтворену пісню. Запис з аналогового носія здійснюється на частоті 44,1 кГц, з цифрового 32, 44,1 і 48 кГц. Доступ до необхідного треку проходить повільніше ніж на DAT магнітофонах. Після чотирьох/п'яти копій на DCC розмиття атака стає чутним. DCC по якості звуку дещо кращі за MD, але MD за параметрами редакції, запис-перезапис, миттєвий доступ до треків повністю витіснив форма DCC.

Технологія лазерного звукозапису DVD

Наприкінці 1994р. у відповідних світових технічних виданнях почала з'являтися інформація про те, що відомий тандем Sony і Philips готові надати ще один досконалий носій цифрової інформації, ідеальний для запису практично любого характеру. Система на основі нового носія була розроблена з рахуванням самих останніх досягнень у галузі прикладної хімії, оптики, мікроелектроніки, інформатики і в майбутньому має замінити стандарт CD. В процесі розробок над носієм декілька раз мінялась його назва: MMCD (Multi Media CD), HD-DVD (High Density Digital Video Disk), HD-CD (High Density CD). Планувалась повна сумісність з CD приводами, але тільки місткість інформації з одної сторони. Паралельно з фірмами Sony і Philips група компаній на чолі з японською фірмою Toshiba: Matsushita, Hitachi, Pioneer, Thomson, MCA, Time Warner, MCM(UA) – представила свої подібні розробки: SD-DVD (Super Density Digital Video Disc) і друга назва SDD (Super Density Disc). Співпадали і параметри цих дисків. Така подібність стандартів була не випадковою, дві групи розробників взяли до уваги рекомендації раніше сформованих для них консорціумом крупних представників індустрії розваг Hollywood Digital Video Disc Advisory Group котрий включає в себе Columbia Pictures, MGM, Disney, MCA\Universal, Paramount, Viacom, Warner Brothers. Ця група підготувала цілу низку пропозицій направлених на кардинальне підвищення якості відеопродукції і захисту авторських прав. Після довгих двосторонніх обговорень у 1997р. був створений на базі

консорціуму DVD-форум (організація нараховує більше 200 членів) який остаточно затвердив назву «Digital Versatile Disc» і параметри:

Діаметр диска, мм	120
Товщина диска, мм	1,2 (0,6x2)
Ємкість диска, Гбайт	4,7 на кожному шару інформації
Шаг дорожки	0,74
Мінімальна довжина піт, мкм	0,451
Довжина хвилі випромінювання лазера, нм	650/635
Корекція помилок	CIRC Plus
Модуляція сигналу	EFM Plus (8 – 16)
Середня швидкість потоку даних, Мбіт/с	4,69
Тип компресії	MPEG (...)
Максимальне число звукових каналів	8
Додаткові канали (субтитри)	32
Тривалість відеозапису на кожному шарі, хв	133

Найбільш розповсюджена ємкість DVD дисків складає 4,7 ГБ, застосування технологій підвищення щільності дозволяє отримати параметри від 5 ГБ і 9,4 ГБ до 17 ГБ. Існують більш розповсюджені чотири конструктивно різних типи дисків:

Одношаровий односторонній – SSSL (Single Sided Single Layer) являє собою дві склеєні частини по 0,6 мм кожна; одна з них, котра містить інформаційний шар, виготовлена з полікарбонату, друга – з непрозорої пластмаси на котру наклеюється етикетка, на диску розміщується 4,7 ГБ даних.

Двосторонній одношаровий (фліппер диск) – **DSSL** (Double Sided Single Layer) тип дисків котрий має по одному шару на кожній стороні котрі зчитуються з одного боку на якому можна розмістити 9,4 ГБ даних; не зручний в тому, що в програвачах з однією голівкою для зняття інформації потрібно виймати диск з дисководу і перевертати.

Односторонній двошаровий – SSDL (Single Sided Double Layer) має два шари на одній стороні і з неї проводиться зчитка всієї інформації. В даному типу диску один інформаційний шар металізований не алюмінієм,

тонким прозорим покриттям золота або кремнію. При зчитуванні промінь лазера може фокусуватися, або на поверхні напівпрозорого шару, або на поверхні непрозорого шару, металізованого алюмінієм. Під час склеювання двох частин диску між ними між ними вводиться розплавлений прозорий фото-полімер, котрий по тому підлягає опромінюванню потоком ультрафіолетових променів і твердішає, товщина його долі мікрону. Рівень шумів носія значно вищий, а рівень корисного сигналу нижчий ніж у типів SSSL і DSSL, піти роблять крупніші ніж стандартні, а звідси і інформаційна ємкість диска менша 8,5 ГБ. Особливості диска SSDL полягають в тому, що записаний DVD-Video та DVD-Audio матеріал зчитує перший шар (напівпрозорий) звично – від центра до краю, то другий шар (непрозорий) – від краю до центру; це зроблено для того щоб інформація записана на ньому не припинялась. У разі диску SSDL що являє собою DVD-ROM, то обидва шари читаються від центру до краю.

Двосторонній двошаровий – DSDL (Double Sided Double Layer) диск з двома шарами з кожної сторони розміщує в загальному до 17 ГБ даних.

Цифри в назвах типів дисків показують їх приблизну ємкість: DVD-5, DVD-9, DVD-10, DVD-14, DVD-18. По характеру записаної інформації диски можна розділити на типи – **DVD-Video** (запис відео програм), **DVD-Audio** (високоякісна звукова інформація), **DVD-ROM** (запис комп'ютерних програм, текстів, графічної та іншої інформації, в тому числі звук і відео). По можливості до запису, диски можна поділити на три типи.

Диски тільки для читки інформації до яких відносяться всі три вищезгадані типи, у разі якщо вони виготовлені шляхом тиражування в заводських умовах, зміна записаної на них інформації неможлива.

Диски для одноразового запису DVD-R (Recordable). Запис на них може здійснюватись тільки один раз, як на форматі CD-R. В залежності від місту і способу розміщених даних, диски DVD-R після запису набирає властивості того формату, в котрих зроблена запис (DVD-Video, DVD-

Audio, DVD-ROM) і надалі можуть відтворюватися проводами що і однойменні диски заводського виробника.

Диски для багатократного запису – DVD+RW, DVD-RAM. Запис на них так як і на CD-RW здійснюється шляхом зміни фазового стану суміші інформаційного шару. У вигляді такої суміші може використовуватися сплав германія, сульми і теллура (GeSbTe), котрі при розігріві до відповідних температур можуть переходити з кристалічного стану в амфорне і навпаки. Також використовувався матеріал AVIST, створений компанією TDK. Нижче шару такої суміші розташований шар віддзеркалення, під час зчитки такої інформації променем лазера малої потужності змінюється інтенсивність.

З розвитком технології DVD основні розробники не змогли домовитись про єдину специфікацію дисків що забезпечують користувачам запис і перезапис інформації, через прагнення зберегти самостійний контроль над своїми авторськими технічними розробками.

DVD-RW (Rewritable – перезаписуючий), основний розробник фірма Pioneer підтримана фірмами JVC, Hitachi, Kenwood, LG, Mitsubishi, SHARP; затверджений консорціумом по DVD, ємкість – 4,7 ГБ.

DVD+RW основний розробник фірма Philips підтримана фірмами Sony, Thomson, Yamaha; не затверджена консорціумом по DVD, ємкість 2,8 ГБ.

DVD-RAM (Read Access Memory – пам'ять з довільним доступом) – основний розробник фірма Panasonic, підтримана фірмами Hitachi, Toshiba, Samsung; затверджено консорціумом по DVD, ємкість від 2,8 до 5,2 ГБ. Це магнітооптичний диск запис і зчитка інформації може проводитись тільки відповідними приладами, або приладами навмисно адаптованими для цього. Випускають два типи DVD-RAM дисків – у картриджах, в основному призначені для побутової відеоапаратури де треба враховувати вплив зовнішніх факторів при інтенсивному використанні – і без картриджив.

Технології підвищеної ємкості

13 лютого 2003р. Асоціація BDA (Blu-ray Disc Association) почала ліцензування нового формату, що практично означало офіційну появу BDA на ринку оптичних накопичувачів і погодження на початок випуску комерційних продуктів на основі Blu-ray. В листопаді 2003 року зовсім несподівано для багатьох робочим форматом DVD-ROM дисків наступного покоління була вибрана специфікація HD-DVD, включивши в себе AOD от Toshiba і Nec (корейський HD-DVD тут ні при чому). Поява специфікації HD-DVD було дуже важким. В той час як прихильників Blu-ray ставало все більше, а компанії анонсували все нові прототипи приводів і носіїв, DVD Forum намагався добитись одностайності в своїх колах. Специфікація HD-DVD 1.0 була затверджена тільки 10 червня 2004 року. Оптичні носії нового покоління об'єднує тільки стандартні розмір диска і синьо – фіолетовий (а зовсім не блакитний, як вважає абсолютна більшість користувачів) лазер з довжиною хвилі 405 нм. Перехід на більш короткохвильовий лазер дозволяє значно щільніше розміщувати на диску, помістивши на один шар до 27 Гбайт даних. Цей формат докорінно відрізняється від DVD. В ньому використовуються цілком новітні алгоритми зчитування і обробки інформації, що дозволяє добитись більшої гнучкості фізичної структури накопичувачів. Наприклад довжина піта може бути 0,138, 0,149, або 0,160 мкм. Записуючий шар на диску розміщується всього лиш на відстані 0,1 мм від поверхні. В результаті зменшуються спотворення лазерного променя і час віддзеркалення. Все це дозволяє значно зменшити розміри пітів і відстань між доріжками в порівнянні з звичайним DVD. Висновок: на BD-диск поміщається 23, 3, 25 або 27 Гбайт даних. Утверджена специфікація двошарових BD-дисків об'ємом 46,6 і 50 Гбайт. Компанія Toshiba випустила чотирьохшаровий диск об'ємом 100 Гбайт. Одне із слабких місць Blu-ray- дуже маленька відстань між записуючим шаром і поверхнею – 0,1 мм в порівнянні з 0,6 в DVD і HD-DVD. Першочергово єдиним способом захисту від пошкоджень в BD-дисках був картридж. Але потім низкою компаній (наприклад TDK)

були розроблені спеціальні захисні покриття, протидіючі подряпинам і накопиченню бруду, що дозволило позбутися від картриджів. Широке розповсюдження з двох причин:

- 1) на них розміщуються відеофільми більш якісні, як на CD;
- 2) розміри дистрибутивів програм, баз даних і ігор стали в декілька раз перевищувати місткість CD- дисків.

Місткості двохшарового DVD-ROM на даний момент вистачає на всі можливі потреби звичайного користувача. Для більше повного запису даних обидва нових формата, крім стандартного кодека MPEG2, підтримують ще декілька: MPEG4 AVC (також відомий як H.264) і Microsoft VC-1. Кодування відео даних 1080i в формат MPEG2 стають явними артефакти зображення, визвані стисненням, і швидкість потоку збільшується до 20-25 Мбіт/с, а MPEG4 AVC може знизити цей потік в 3-4 рази без втрати якості. Blu-ray і HD-DVD забезпечує можливість одночасного читання даних з диску і запису нової інформації. Крім того Blu-ray буде підтримувати Java-додатки, що дозволяє підвищити рівень інтерактивності відеодисків. Для прикладу, під час запуску такий відеодиск може самостійно зайти на Internet сайт виробника і «скачати» титри на потрібній мові. Важливе місце в розробці стандартів надано питанням захисту від копіювання. Як відомо, захист CSS, який приміняється на DVD був зламаний, це дало можливість без перепон копіювати відеофільми, в оптичних дисках нового покоління будуть використовуватися більш прогресивні методи. Blu-ray використовує 128-бітне шифрування Advanced Encryption Standard (AES), при якому ключ змінюється кожні 6 Кбайт даних, зламати такий захист неможливо (на сьогоднішній день). HD-DVD використовує покращену версію методу CSS (Advanced Access Content System (AACS)), плюс до нього – друга ступінь захисту Self Protecting Digital Content (SPDC). AACS генерує для кожного приводу власний 128-бітний ключ Device Key (DK). Кожен диск має власний ключ Media Key Block (МКВ), який може працювати тільки з визначеним набором DK. Якщо який набудь набір ключа DK буде

запідозрений в несанкціонованому проникненню, МКВ оновлюються і відповідний набір DK потрапляє до чорного списку – інформація диску на такому приводі відтворюватися не буде. Формати Blu-ray і HD-DVD розраховані в першу чергу на кіно і саме ця індустрія платить великі гроші за захист від копіювання. Голлівудська кіноіндустрія з форматами ніби визначилась. Warner Brothers і New Line Cinema ексклюзивно підписались на HD-DVD, Walt Disney Co., Sony Pictures і MGM – на Blu-ray. Universal Studios і Paramount Pictures, хоча і не ексклюзивно, але відносяться до прихильників HD-DVD, а Disney и 20th Century Fox – до прихильників Blu-ray. Фільми на нових оптичних носіях почали втілюватися відразу: перші кінострічки на HD-DVD дисках від Universal з'явилися у 2005 р., а Paramount Home Entertainment випустило каталог своїх фільмів цього формату у 2006 р. В дизайнерських лабораторіях мережі мікроелектронних гігантів створені гібридні оптичні головки і мікросхеми, підтримуючи обидва формати. Звичайно це дорогій проект і тільки масове виробництво і реалізація можуть знизити кінцеву ціну до купівельної спроможності споживача. Вже зараз, коли нові стандарти тільки збираються вийти на ринок, виходять повідомлення про розробки нових форматів, маючих фантастичну ємкість. Наприклад, проект компанії Colossal Storage Corporation, пов'язаних з створенням 3,5-дюймових дисків Atomic Holographic Disk ємкістю 10 Терабайт! Зовсім схожими вже на створені формати є розробка корпорації New Medium Enterprises яка збирається надати оптичний диск Versatile Multilayer Disc (VMD), спроможний вмістити 20 Гбайт і використовуючи звичайний червоний лазер, це чотирьох шарів диск. Компанія Iomega запатентувала технологію Articulated Optical-Digital Versatile Disc (AO-DVD) пов'язану з подальшим зменшенням розмірів піта і появою коротко-хвильового лазера, в результаті на для збереження інформації будуть використовуватися нано-конструкції – поділи маючі розміри менші за довжину хвилі лазера, на такий диск теоретично можна буде записати до 800 Гігабайт інформації. Компанія D Data розробляє Digital Multilayer Disc (DMD) для червоного

лазера, підтримуючий 6 шарів і маючи ємкість 15 Гбайт. Принцип його дії – активний шар під дією сфокусованого променя лазера починає світитися (ефект флуоресценції), тоді як в звичайному стані повністю прозорий. Ось чому кількість шарів можна збільшувати до шести і далі, головне точно сфокусувати лазер на потрібному шарі.

Кардинально нове рішення запропонувала компанія InPhase Technologies – спосіб голографічного запису і зчитки інформації за допомогою лазерів. Головна властивість – висока щільність запису (515 Гбіт в 6,44 кв/см) і можливість використання носіїв будь яких форм-факторів (квадратних, круглих). Чим товстіший диск тим більше інформації він містить.

Але майбутнє оптики нестабільне, Користувачі поступово переходять до зберігання інформації в енергонезалежних мікросхемах пам'яті, котрі працюють швидко, захищені надійним корпусом, не потребують багато енергії. Прилад запису і зчитки мікросхем пам'яті добре працюють в умовах вібрації, в магнітних полях і при різних температурах. Тобто в умовах де жорсткі диски і оптичні приводи не здатні працювати. Стосовно архівного зберігання інформації, то з цим завданням непогано впорюються звичайні і дешеві – CD, DVD, MD, вінчестери. Тому питання подальшої перспективи голографії, Blu-Ray, HD-DVD залишається відкритим, на сам перед за цінової політики.

На даний момент сили конкурентів на тлі оптичних накопичень зрівнялись, подальший розвиток буде направлений на два основних формати – HD-DVD і Blu-ray, з'являться багатошарові диски, виростуть швидкості передачі інформації, впадуть ціни. А потім прийде час нових технологій, цікавих проектів частина з яких відійде в сторону за різних причин, але виділиться два-три які замінять Blu-ray і HD-DVD і продовжать нове покоління форматів, не за ради грошей або повного господарювання, – а за ради подальшого прогресу.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

ABC (Automatic Beam Control) – автоматичне управління променем лазера.

ACPS (Analog Copy Protection System), **CGMS** (Copy Generation Management System), **CSS** (Content Scrambling System), **DCPS** (Digital Copy Protection System) – системи захисту від копіювання дисків формату *DVD*.

ASM (Anilshock Memory) – система електронного захисту від ударів, розроблена фірмою «MATSUSHITA» і використовується нею в своїх моделях програвачів компакт-дисків «Panasonic», «Technics».

ATRAC (Adaptive TRansform Acoustic Coding) – спосіб компресії звукового сигналу, використовується в системі *МініДиск*.

BDA (Blu-ray Disc Association) 13 лютого 2003 р. асоціація почала ліцензування нового формату, що практично означало офіційну появу BDA на ринку оптичних накопичувачів і погодження на початок випуску комерційних продуктів на основі Blu-ray.

CD (Compact-Disc) компакт-диск. Формат представлений фірмами «Sony» і «Philips» прийнятий у жовтні 1982 р., отримавши остаточну назву CD-DA (Compact Disk - Digital Audio).

CIRC (Cross Interleave Reed-Solomon code) – система захисту від помилок Ріда-Соломона, у форматі *CD*.

DAT (Digital Audio Tape) – система цифрового магнітного запису звука на стрічку представлений фірмою «Sony» з частотою дискретизації 48 кГц і записом стереоканалів. **S-DAT** (Stationary head Digital Audio Tape) цифрова звукова стрічка з нерухомою головкою; **R-DAT** (Rotary head Digital Audio Tape) цифрова звукова стрічка з рухомою головкою; **ADAT** (Alesis Digital Audio Tape) система восьмиканального запису на відеокасету типу S-VHS, розроблена фірмою «Alesis».

DCC (Digital Compact Cassette) – цифрова компакт-касета. Розроблена фірмою «Philips» у 1993 р.

DD (Dolby Digital) – технологія цифрового кодування звуку, розроблена компанією «Dolby Laboratories Inc.»

DST (Direct Stream Transfer) – технологія стиснення цифрового звукового сигналу для запису на диск *SACD* шестиканального варіанта звукового сигналу разом з двоканальним (стерео).

DSD (Direct Stream Digital) – технологія одноразрядного перетворення звукового сигналу, використовується для запису дисків *SuperAudioCD*.

DTCP (Digital Transmission Content Protection) – спосіб кодування інформації про кількість зроблених копій, використовується в системі контролю дисків *DVD* за методом *DCPS*.

DVD (Digital Versatile Disc) – цифровий багатофункційний диск.

LASER – лазер (англ. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) – «... підсилення світла вимушеним випромінюванням».

MPEG (Moving Pictures Experts Group) – гурт експертів, який займається розробкою алгоритмів кодування мультимедіа інформації. Також, набір стандартів кодування (стиснення) аудіо- і відеоінформації в цифровому вигляді.

MP3 (Media Player створений на початку 90-х, інститутом Фраунгофера (Fraunhofer IIS) – формат компресії або стиску цифрових звукових даних. Відкритий міжнародний стандарт, використовується для передачі звукової інформації по комп'ютерних мережах. Кодування за цим форматом забезпечує найбільш щільне стиснення, а саме мінімізує об'єм даних, необхідних для запису і передачі звукового сигналу, за умови, що слухач не відрізнити відтворений звук від оригіналу.

Red Book (Червона книга: заснована Philips і Sony Corporation) – стандарт/специфікація для виробництва аудіо компакт-диска (Compact Disc Digital Audio – CD-DA), прийнятий у 1990 р.

SDDS (Sony Dynamic Digital Sound) – цифрова система просторового звучання тільки для кінотеатрів, звуковий формат 7.1.

Surround Sound – “відтворення багатоканальних фонограм через систему гучномовців, розташованих по колу від слухача”, започатковано на початку 80-х років компанією Dolby Laboratories.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гайденко И. А. Роль музыкальных компьютерных технологий в современной композиторской практике: дис. ... канд. искусствоведения: 17.00.03. Харьков, 2005. 187 с.
2. Закон України «Про розповсюдження примірників аудіовізуальних творів і фонограм» : Затв. 23 берез. 2000 р. № 1587-III // Зі змінами, внесеними згідно із Законом № 1222-III. Київ: ВВР України, 2001. № 25 – 26.
3. Клименко О. Ф. Информатика та комп'ютерна техніка: навч.-метод. посіб. Київ: КНЕУ, 2002. 534 с.
4. Мащенко І. Г. Термінологічний словник основних понять і виразів: телерадіомовлення, кіно, відео, аудіо: енциклопедія електронних мас-медіа: у 2 т. Т. 2. Запоріжжя: Дике поле, 2006. 511 с.
5. Ужинський М. Ю. MiniDisc (MD) – формат тримається. *ПРО: звук, світло, музичні інструменти*: зб. ст. Київ: Всеукраїнська Асоціації дистриб'юторів і продавців професійного звукового та світлового обладнання, музичних інструментів, 2008. № 3. С. 76–79.
6. Хеллер Д. Мультимедийные презентации в бизнесе. *Технологии шоу-бизнеса*. Киев: BHV, 2004. С. 12–16.
7. Bruce W. Art of the Digital Age. London: Thames & Hudson, 2006. 217 p.
8. Hoffmann F. Encyclopedia of recorded sound / 2nd ed. Routledge, 2005. 2 v., xii, 1289 p.
9. Jordan K., Packer R. Multimedia: from Wagner to virtual reality. New York: Norton, 2002. 458 p.
10. Ken J. Multimedia : from Wagner to virtual reality / Ed. by Randall Packer, foreword by William Gibson. New York: Norton, 2002. 458 p.
11. Owsinski B. The Recording Engineer`s handbook / Owsinski Bobby. – Boston: ArtistPro, 2005. 368 p.
12. Wolf Lieser. Digital Art. H.F. Ullmann Publishing, Deutschland 2009.

Навчально-методичне видання

ГЕНЕЗА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Методичні вказівки

до виконання практичної та самостійної роботи

«МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Реалізація музичної продукції

для студентів спеціальності 025 «Музичне мистецтво»
освітньої програми «Музичне мистецтво. Комп'ютерно-електронна
музика» Інститут мистецтв (Музичне мистецтво)

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку лютий 2022 р.

Формат 60:84 1/16. Папір офсетний № 1.

Умовн. Друк. Арк. 1. Тираж 50 примірників. Замовлення №

Відділ мережевого та інформаційного забезпечення
Рівненського державного гуманітарного університету
33028, м. Рівне, вул. С. Бандери, 12