

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

ОСНОВИ АНАЛОГОВОГО ЗВУКОЗАПISУ

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

Рівне – 2022

Автор.знак У-33

УДК 781.22(072)

Ужинський М. Ю. Основи аналогового звукозапису : 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. – 33 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 «Основи звукозапису» (Модуль «Аналоговий звукозапис») 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>Історія та основи звукозапису</i>	5
<i>Магнітний звукозамис</i>	9
<i>Методи уникнення шумів та спотворень в АЗ</i>	17
<i>Порівняльний аналіз звучання музичного матеріалу</i>	22
Термінологічний словник	30
Література	31

ПЕРЕДМОВА

За останні роки цифрова звукотехніка і мультимедійні технології остаточно витіснили до цього часу аналогові аудіосистеми запису/відтворення і носії, пов'язані з ними. Як і в естрадній музиці, театральних дійствах, концертній та мультимедійній звукорежисурі, так і в професійних студіях звукозапису використовуються інноваційні технології цифрового звукозапису, втрачають своє значення колись популярні компакт-касети та інші стрічкові носії. Але ще багато цікавих записів професійних, аматорських музичних і вокальних колективів перебувають в архівних фондах державних радіокомпаній, музично-драматичних театрах, фон-бібліотеках будинків культури сільських і обласних центрів. Цю фонотеку не можна втратити (стрічкові носії розмагнічуються та осипаються протягом певного часу), адже це праця багатьох митців, яка повинна бути донесена до слухачів як музично-етнографічний спадок української культури й музичного мистецтва. Для збереження й накопичення музичної інформації постає питання переведення аудіопродукції з катушкових бобін, компакт-касет, платівок у цифрові формати за допомогою засобів мультимедіа з використанням інноваційних мультимедійних технологій.

Відновлення та подальший розвиток національної культури в незалежній Українській державі, яке відбувається на тлі процесів глобалізації світових культурних інституцій, розвиток новітніх технологій в усіх галузях людської діяльності, у тому числі – культурі й мистецтві, вимагає значної кількості висококваліфікованих кадрів у мистецькій сфері, особливо в забезпеченні професійного підходу до використання інформаційних технологій.

Історія та основи звукозапису

«Запис і відтворення звуку – це область, в якій наука поєднується з мистецтвом звукорежисури. Тут є дві важливі сторони: точність відтворення, при відсутності спотворень, та просторово-часова організація звучання; оскільки задача відтворення звуку звукотехнічними засобами полягає не тільки в тому, щоб установити звук, максимально наближений до звучання студійного або концертного залу, але і в тому, щоб відтворити його з урахуванням тої акустичної атмосфери, в якій він буде прослуховуватися». Не можна не погодитися зі словами відомого звукорежисера з консерваторською композиторською освітою В. Бабушкіна який залишив пособі великий спадок у кінематографі (фільми режисерів Л. Гайдая, Г. Данелія та інших), мультиплікації («Бременские музыканты» та інші) і в естрадній музиці, – імениті митці з високими званнями мали за честь працювати з такою людиною.

Звукозапис – це процес запису звукової інформації з метою її збереження і подальшого відтворення; звукозаписом можна ще назвати записану звукову інформацію. Звукозапис оснований на зміні форми різних ділянок носія звукозапису – *магнітної стрічки, платівки, кіноплівки, цифрових носіїв різних форматів.*

Початком запису звукової інформації вважається **механічний запис** – система запису звуку за допомогою зміни форми носія при механічній дії на нього.

Думка про запис звукових коливань і відтворення їх у майбутньому виникла в середині 19-го століття. Перший пристрій для запису звукових коливань змайстрував в 1857 році французький друкар Л. Скотт (L. Scott). Під час розмови перед рупором на поверхню циліндра надходив запис звукових коливань. Ці записи призначалися тільки для візуального вивчення і не могли бути відтвореними.

Це завдання пробував вирішити інший французький винахідник Ш. Кро (Charles Cros). У 1877 році він уперше обґрунтував принцип запису звуку на барабан (плоский диск) і подальше його відтворення. Далі п. Кро

пропонував за допомогою фотографії перенести записаний звуковий слід на кліше, що виготовлялося з міцного матеріалу. Отримана таким способом пластина використовувалася для відтворення запису. Здійснити задумане не вдалося, тому що необхідна фінансова підтримка не була виділена. Проте основні його ідеї лягли в основу грамофонного запису на платівку.

Творцем перших діючих апаратів для запису й відтворення звуку був Т. Едісон (Thomas A. Edison). Він сконструював пристрій, який називався *фонографом*, що вперше дозволив записати звук людського голосу. У перших фонографах запис проводився на олов'яну фольгу, яка покривала поверхню валика, котрий приводився в рух за допомогою обертів рукоятки. Голка, пов'язана з мембраною, переміщувалася уздовж валика, залишаючи канавку. Недоліків було багато. Нестабільність швидкості обертів валика призводила до спотворення звуку, а запис на олов'яну фольгу швидко псувався під час повторних відтворень. Крок до подальшого удосконалення фонографа був зроблений придбанням патента в американського винахідника Ч. Тейнтера (Charlse Teynter) де замість валиків з фольгою використовувалися змінні валики, покриті восковою масою. Хоча успіх фонографа був величезним, але він (фонограф) був витіснений більш досконалим апаратом механічного звукозапису – *грамофоном*.

Заявка на грамофон була подана у 1887 р. американським винахідником німецького походження Е. Берлінером (Emile Berliner). Спочатку запис звуку в його приладі відбувався на горизонтально розташованому диску, вкритому сажою. Коливання голки звершувалось не догори й донизу, як у фонографі, а в поперечному напрямленні. Звуковий слід на диску закріплювався лаком, після чого можна було виготовити копії – *грамплатівки*. Подальша робота здійснювалася шляхом удосконалення технології виробництва платівок і підбору найкращого складу матеріалу, з якого вони були виготовлені. На відміну від фонографа Т. Едісона, Е. Берлінер для запису звуку розробив один апарат – *рекордер*, а для

відтворення звуку інший – грамофон. До 1893 року було налагоджене виробництво грамофонів і грамплатівок, надалі збільшувалися обсяги тиражування грамплатівок і випуск досконаліших грамофонів.

Пізніше був розроблений, як тоді його називали, “портативний грамофон” – більше відомий під назвою *патефон*. Посилення звуку в ньому досягалось не за допомогою громіздкого розтруба, як у грамофоні, а за допомогою акустичного рупора, що розміщувався в корпусі програвача. Патефон (від назви французької фірми «*Pathé*», заснованої братами Пате (brothers *Pathé*)) мав форму портативної валізи. *Платівка* на патефоні оберталася за допомогою пружинного двигуна, який доводилося заводити спеціальною ручкою. Платівки до нього випускались трьох стандартних розмірів: мінійон 7” (17,78 см. до 6 хв.), гранд 10” (25,4 см. до 18 хв.), гігант 12” (30,48 см до 28 хв.). Завдяки своїм скромним розмірам, вазі, простоті конструкції – патефон користувався великим попитом і слугував шанувальникам музики до середини п’ятдесятих років минулого століття.

На зміну патефону прийшов *електрофон*, відоміший як *програвач платівок*. Замість пружинного двигуна для обертання платівки в ньому використовується електричний двигун, а замість механічного звукознімача спочатку був застосований п’єзоелектричний, а пізніше магнітний звукознімач. Ці звукознімачі перетворюють коливання голки, що рухається звуковою дорожкою, в електричний сигнал, який після посилення в електронному підсилювачі поступає в гучномовці.

На зміну крихким платівкам (уперше в 1948 році, США, фірма «*Columbia*») з’явилися більш досконалі довгограючі платівки. Це було досягнуто за рахунок звуження і зближення між собою звукових доріжок, а також за рахунок зменшення числа обертів з 78 до 45 об/хв, а потім і до 33 1/3 об/хв. Виготовлені на основі вінілових смол, вони володіли малим рівнем власних шумів, частотний діапазон сягав 50 – 16000 Гц, динамічний діапазон запису становив 50 – 57 дБ. У 1957 – 1958 роках в США, а потім і в інших країнах почався випуск стереофонічних платівок, що дозволяло отримати ефект об’ємного звучання. У 1962 році у Франції були випущені

так звані гнучкі платівки, які стали використовуватись як звукові ілюстрації в різних виданнях і дали поштовх для “звукових” журналів.

Наприкінці ХХ століття випуск платівок істотно скоротився. Витиснуті спочатку компакт-касетами, потім компакт-дисками, вони стали рідкістю, проте продовжують випускатися для шанувальників звучання музичних творів (особливо класичних), колекціонерів, діджеїв (DJ).

На сьогоднішній день основна маса програвачів випускається для потреб дискотек з урахуванням специфіки роботи диск-жокеїв. Потужні компанії з виробництва DJ-програвачів, такі як «Genimi», «Numark», «Pioneer», «Vestax», «Volta» та інші, дотримуються *показників якості продукції, які відповідають сучасним вимогам, прийнятим у сфері виробництва радіоелектронного обладнання.*

Програвачі мають алюмінієвий корпус, виготовлений методом лиття під тиском, і масивну гумову основу, котра запобігає вібрації, що може виникнути від потужної звукотехніки, а також дозволяє диск-жокею торкатися і крутити платівку без ризику, що голка від маніпуляцій зіскочить з доріжки.

Такого класу програвачі містять основні параметри й додаткові сервісні функції: швидкість обертання платівки – 33, 45 і 78 об/хв; лічильник ВРМ (автоматична синхронізація і зведення); кварцеву стабілізацію швидкості двигуна; режим зворотного оберту платівки (reverse mode); систему настроювання часу старту (start-up) і зупинки (brake) – у діапазоні приблизно 1...6 с.; буферну пам'ять; “безшовні петлі” (seamless loop); “гарячі точки” (hot stutter); фіксацію висоти тону сигналу при будь-якій швидкості (Key Lock); зміну швидкості без зміни тональності (Master Tempo); програмування дорожок; установку швидкості програвання трека (звукові ефекти (Scratch, Scratch hold, Flanger, Echo, Filter, Reverse, Brake, Pan, Phaze, Sonar, Slide, Artificial-Dissemination, Chop, Isolate, Kill, Bleep).

Магнітний запис – складний процес, що має велику кількість складових, котрі впливають на правильність звуковідтворення. Механізм запису на стрічку, що відбувається за допомогою електроніки, повинен бути адаптованим до діючих специфікацій.

Використовуючи властивості електромагнетизму, електричні коливання можна достатньо точно відтворити на магнітній стрічці. Залежно від напруги, яка надходить на записуючу голівку магнітофона, різні ланки магнітної стрічки намагнічуються до різного ступеню (магнітні частинки переорієнтовуються під впливом магнітного поля). У результаті цього на магнітній стрічці отримується «магнітний графік», який є аналогом перших початкових звукових коливань. Подібний метод запису прийнято називати *аналоговим*.

Магнітофон – основа комплексу радіоапаратури, призначеного для звукозапису. У минулому промисловість випускала магнітофони двох типів: катушкові й касетні. Умовно їх можна розділити на дві групи: високоякісні (вищий і перший клас якості) і масового виробництва (другого і третього класів). Залежно від класу вони відрізняються різними за призначенням функціями експлуатації.

До другого класу можна віднести *побутові* магнітофони, котрі мають спрощену конструкцію. Більша частина з них є переносними. За родом застосування вони поділяються на:

- 1) *Катушкові магнітофони* використовують магнітну стрічку шириною 6,25 мм; швидкістю руху – 2, 38; 4,76; 9,53; 19,05 см/с. Катушкові магнітофони всіх класів, як монофонічні, так і стереофонічні, призначені для запису і відтворення звуку на чотири доріжки. Під час монофонічного запису порядок такий: спочатку ведеться запис на 1-й, потім на 4-й, далі на 3-й і 2-й доріжках; при стереофонічному запису одночасно використовують 1-у і 3-ю доріжки (лівий і правий канали), потім 4-у і 2-у доріжки.

- 2) *Касетні магнітофони* використовують магнітну стрічку шириною 3,81 мм; швидкість руху 2,38 і 4,76 см/с. У монофонічному касетному магнітофоні кількість доріжок запису/відтворення – дві, у стереофонічному – чотири. При монофонічному запису на стереофонічному касетному магнітофоні тривалість запису/відтворення така ж, як і в стереорежимі. Моно сигнал записується не на одну, як у катушковому магнітофоні, а відразу на дві доріжки, а касета вважається повністю записаною тільки після “проходження” першої (позначення на касеті - А, I, 1) і другої (Б, II, 2) сторін.
- 3) *Репортерські магнітофони* використовувалися для позастудійного запису актуальних програм. Основні вимоги до них – компактність, мала маса, універсальне живлення та надійність. Вони мали швидкість запису 9,53 см/с і були, як правило, одnodоріжковими. Репортерські магнітофони не призначені для прослуховування програм, тому в них відтворення здійснюється на головні телефони (навушники).
- 4) *Дикторські магнітофони* застосовувалися в основному для запису мови й етнографічного фольклору, з метою подальшого перезапису. У них використовували магнітну стрічку шириною 6,25 чи 3,81 мм, а також магнітні диски діаметром 155 мм. Диктофони дозволяли багатократно зупиняти стрічку і повертати її в початкове положення, мали дистанційне управління.
- 5) *Спеціальні магнітофони* – призначені для видання довідок і реклам, для запису диспетчерських переговорів, а також використовувалися в якості автовідповідача. При купівлі враховувалась область застосування (запис на місці події чи стаціонарно, перезapis фонограм чи відтворення їх у дорозі, видача довідок чи озвучення приміщень).

На сьогодні цифрові портативні магнітофони повністю витіснили репортерські, дикторські та спеціальні магнітофони. Вони компактні, мають довготривалий час запису, містять широкі сервісні й монтажні функції, тривалий час не потребують живлення, надійні в експлуатації. Окремі моделі містять вмонтований конденсаторний мікрофон, систему ХУ зі стандартними портами типу XLR. Сигнал із мікрофона та зовнішніх “входів” може бути записаний одночасно на окремі чотири канали. Для прослуховування запису вмонтований гучномовець, можливе відтворення на різних швидкостях. Режим “pre record” вводить у буферну пам’ять звуковий сигнал, який унеможливує пропуск початку запису (до 20 секунд). Система Stamina, продовжує тривалість роботи акумуляторів до 10 годин.

Як котушкові, так і касетні магнітофони випускалися чотирьох класів, які відрізнялися показниками і наявністю тих чи інших експлуатаційних зручностей. У стереофонічному варіанті випускалися магнітофони I і II класів, монофонічному – III і IV класів.

Стереофонічний магнітофон відрізняється від магнітофона монофонічного в основному здвоєною кількістю відповідних підсилювачів. Для обох каналів застосовується спільний генератор високої частоти. Попередні підсилювачі мають роздільні регулятори рівня і відповідно два окремі індикатори. Регулятори гучності в каналах відтворення бувають роздільними і здвоєними. При здвоєних регуляторах підсилення в підсилювачі потужності є регулятор стерео балансу, який дозволяє шляхом взаємної зміни підсилення в каналах установлювати оптимальний стереоефект у зоні прослуховування.

Магнітофон – складний пристрій, у ньому взаємодіють механіка й електроніка, носій звуку й магнітні голівки, звуковідтворювальний пристрій, акустична система та інше. Їх взаємодія, механічні, електричні й акустичні параметри пов’язані між собою. З цієї причини технічні характеристики магнітофонів визначені відповідними державними стандартами.

Якість запису і відтворення магнітофонів характеризується такими параметрами:

- 1) номінальна швидкість магнітної стрічки;
- 2) коефіцієнтом детонації;
- 3) частотними характеристиками каналів відтворення і запису/відтворення;
- 4) коефіцієнтом нелінійних спотворень;
- 5) рівнем запису і шумів.

У побутових магнітофонах в основному використовують три номінальні швидкості стрічок: 19,05; 9,53; 4,76 см/с. Якщо швидкість фонограми при відтворенні буде відрізнятись на постійне значення від швидкості, при якій вона була записана, то тональність звучання буде нижча чи вища від першоджерела, відхилення швидкості стрічки від номінальної не повинно перевищувати + 2% або - 2%.

Рух магнітної стрічки в стрічкопротяжному механізмі магнітофона супроводжується як періодичним, так і неперіодичним коливанням швидкості. У результаті коливань відтворюваний сигнал є частотно-модулюючим. Зміну висоти тону, яка при цьому виникає, називають *детонацією* від музичного терміну “детонувати” (фальшувати).

Причина детонації – недостатня точність виготовлення деталей стрічкопротяжного механізму. Коефіцієнт детонації вимірюється у відсотках. При малих значеннях детонації спотворення практично непомітні на слух, при відносно великій детонації спотворення прослуховуються у вигляді “плавання” звуку. Підвищення детонації помітно під час прослуховування музики й особливо помітно під час прослуховування мови. Допустимий коефіцієнт детонації обумовлений нормами для кожного класу магнітофона. Найменший коефіцієнт детонації мають магнітофони вищого класу + 0,08% і - 0,08%, у магнітофонах третього класу норма на детонацію + 0,3% і - 0,3%. Особливо неприємні для слуху людини коливання швидкості з частотами від 2 до 6 кГц.

Для того, щоб фонограма, записана на одному магнітофоні, відтворювалася без спотворень на інших, нормуються частотні характеристики каналів відтворення і запису/відтворення (на лінійному виході магнітофона), а також їх нерівномірності. Допуск частотних характеристик: I клас від - 6 до - 3 дБ; II, III - IV від - 5 до - 4 дБ.

Коефіцієнт нелінійних спотворень (*коефіцієнт гармонік*) показує, до якого ступеня спотворюється форма коливань сигналу, поданого на вхід магнітофона під час запису. У магнітофоні в хорошому стані основне джерело нелінійних спотворень – магнітна стрічка, спотворення сигналу в підсилювачах залежить від рівня запису. Коефіцієнт нелінійних спотворень прийнято рахувати у відсотках. Він може перебувати в межах 1,5 – 5% на лінійному виході та 5 – 7% за звуковим тиском для різних класів магнітофонів. В останньому випадку підвищення нелінійності спотворень відбувається за рахунок нелінійності частотної характеристики самого гучномовця.

Під рівнем запису розуміється ступінь намагніченості магнітної стрічки, на якій зроблено запис. Рівень запису визначає відношення сигнал/спотворення каналу запису – відтворення магнітофона. Чим вищий рівень запису корисного звукового сигналу, тим нижчий відносний рівень спотворень. Однак із підвищенням рівня запису збільшуються нелінійні спотворення. Тому максимально допустиме значення рівня запису нормується. Підвищення рівня запису понад допустиме призводить до появи спотворень, при цьому спотворюється тембр звучання музичних інструментів, звучання супроводжується хрипом та іншими неприємними чинниками.

Відносний рівень спотворень визначається відношенням напруги спотворень на виході магнітофона до напруги корисного сигналу, відтвореному з максимально допустимим рівнем. Це відношення вимірюється в децибелах. У магнітофонах вищого класу рівень спотворень найнижчий – 60 дБ; у магнітофонах третього класу – 44 дБ.

Апаратура для магнітного запису складається з типових *функціональних вузлів* – механізму протягування стрічки й електронних блоків; підсилювачів запису і відтворення, генератора стирання й підмагнічування, системи живлення, автоматики, ланок контролю й управління. Від поєднання і взаємодії всіх функційних вузлів повною мірою залежать експлуатаційні якості апаратури.

Студійні магнітофони – призначені для професійного студійного запису. Вони мають широке коло застосування. Основні вимоги, які пред'являються до студійних магнітофонів – висока якість запису й відтворення звуку, низький рівень шумів і спотворень, надійність експлуатації, довготривалість у роботі, сервісні функційні можливості тощо. Нині на балансі обласних радіомовних компаній, музично-драматичних театрів та інших закладів перебувають студійні магнітофони «ME3-102» і «STM-310/610» (Угорщина). Швидкість переміщення магнітної стрічки в них становить 38,1 см/с; використовується магнітна стрічка шириною 6,25 мм, бобіни по 1000 м. Недолік такого типу магнітофонів – їхні великі розміри, обмеження функційних можливостей, недосконала система шумоподавлення. У деяких професійних студіях звукозапису досі задіюють катушкові магнітофони від фірми «Studer» (Швейцарія) і використовують магнітну стрічку від «Amrex».

В умовах фінансових кризових явищ такі шановані й потужні виробники аудіотехніки, як «Marantz» (Голландія), «Tascam» (Японія) та інші – і сьогодні не згорнули виробництва касетних магнітофонів студійного класу. Якщо є попит, будуть і пропозиції. Ці магнітофони відповідають усім наявним вимогам та стандартам щодо якості запису/відтворення звуку. У професійних TAPЕ-деках використовують технологію з трьома головками: одна виділена для запису, друга – синхронізована, третя – відтворення. Також для такого класу касетних магнітофонів існують стандартні й додаткові функційні можливості.

Автореверс значно поліпшує експлуатацію магнітофона, виключає необхідність встановлення касети для прослуховування другої сторони;

має систему прискореного старту автореверса, дає можливість *швидкісного перезапису* з касети на касету (у двокасетних конструкціях), також із зовнішнього джерела. *Rev Mode* – можливість вибору відтворення касети в різних напрямках за допомогою автореверса. *RTZ* (Return to zero) – перемотування стрічки на “0” (за лічильником). *Rec Mute* – “німий запис” між музичними творами на касеті протягом 3 – 5 с. *CPS* – автоматичний пошук початку потрібного запису. *Intro Check* – можливість автоматичного відтворення 6 – 10 с, за чергою, існуючого запису на касеті. *Pitch bend* – тимчасова зміна швидкості відтворення, регулюється користувачем. *Pitch control* – зміна швидкості руху касетної стрічки під час відтворення й автоматична підтримка її на заданому рівні. *Peak-hold* – автоматична підтримка рівня сигналу (до піка).

Для запису й відтворення на приладах аналогового запису використовують *полімерну стрічку*, криту магнітними частинками, котрі переміщуються під час контакту з *записувальною* голівкою при постійній і незмінній швидкості магнітофонного двигуна, який приводить у дію стрічкопротяжний механізм магнітофона. *Стираюча* голівка, яка міститься на самому початку руху стрічки, стирає і по-новому групує магнітні частинки, що є на плівці, перед тим, як вони потрапляють на записувальну голівку. Відбувається процес стирання старого записаного матеріалу і запису нової інформації на ту саму ділянку стрічки.

Забезпечуючи потреби звукозаписувальної апаратури, промисловість випускала (і випускає, тільки в малих кількостях) магнітну стрічку різних типів. Якість запису, а відповідно, і відтворення, цілком залежать від типу магнітної стрічки, котру використовують у магнітофоні. Система позначень магнітних стрічок містить п'ять елементів.

Перший, буквенний індекс, указує на призначення магнітної стрічки: А – для звукозапису; Т – для відеозапису; В – для обчислювальної техніки. Другий елемент, цифровий, – на матеріал основи магнітної стрічки, відповідно 2, 3, 4. Третій елемент – на товщину магнітної стрічки: 2 відповідає товщині 18 мкм; 3 – 27 мкм; 4 – 37 мкм; 6 – 55 мкм. Четвертий

елемент, від 01 до 99, вказує номер технологічної розробки. П'ятий цифровий елемент – відповідає округленій ширині магнітної стрічки: 3 – 3,81 мм (для касетних магнітофонів); 6 – 6,25 мм (для катушкових магнітофонів). Після п'ятого елемента може стояти буквенний індекс: Р – стрічка для радіомовлення; Б – стрічка для побутової апаратури магнітного запису.

Відомі всесвітні виробники аудіотехніки і носіїв до неї на гурті компакт-касет (винахід і розробка у 1973 р. фірми «Philips») ставлять номер з п'яти, шести цифр, це означає високу якість продукції. Такі касети значно краще записують і відтворюють музичний матеріал і довше зберігаються, не втрачаючи якості під час відтворення.

Магнітна стрічка – носій далеко не ідеальний, хоча б тому, що має властивість із часом розмагнічуватися, крім того, через свої фізичні властивості будь-яка стрічка створює власні шуми. Касетна стрічка має неоднакову чутливість до запису на різних частотах і нерівномірну частотну характеристику. Виробники магнітних стрічок використовують усі можливості, щоб виправити цю характеристику, але ідеалу все одно не виходить. Крім того, оскільки в процесі запису і відтворення стрічка має механічний контакт з голівкою магнітофона, то магнітний шар з її поверхні час від часу стирається і обсипається.

При необхідності збереження звукової програми для прослуховування її в майбутньому цю програму тим чи іншим способом записують на який-небудь носій інформації. Якщо цей носій передбачає аналоговий спосіб запису, то теоретично при відтворенні слід було б чекати абсолютно точної відповідності між записаним і відтвореним сигналами. У дійсності кожен носій має властивість вносити свої зміни до зробленого на ній запису. Такі зміни виникають як під впливом зовнішніх чинників, так і через фізичні властивості самого носія. Оскільки запис аналоговий, тобто містить у собі безліч значень початкового сигналу, то щонайменші зміни характеристик носія призводять до згубних і незворотних наслідків. У записаному матеріалі з'являються спотворення, тобто відтворена звукова інформація з

часом буде все більше й більше відрізнятися від її оригінального звучання. Позбавитися від цього явища зовсім в аналоговому записі неможливо. Можна лише спробувати звести такі відмінності до мінімуму. Завдання це досить складне. Ступінь складності його залежить від того, наскільки високі вимоги до якості відтвореного сигналу.

Одні вимоги при потребі записати розмову, діалог та інше, щоб потім можна було просто розібрати слова, і зовсім інші – якщо ставиться завдання забезпечити повноцінне звучання запису концерту симфонічного оркестру. В останньому випадку доведеться вдаватися до всякого роду технічних можливостей, щоб забезпечити потрібну смугу частот звукового сигналу, динамічний діапазон, розділення каналів, відношення сигнал/шум та інші параметри звуку, які й визначають можливість збереження ідентичності вхідного і вихідного сигналів. Але навіть при всіх цих позитивних чинниках існують причини появи спотворень, від яких позбавитися в аналоговому методі звукозапису – неможливо.

У загальному контексті, все через що проходить сигнал (схемотехніка магнітофона) під час запису і відтворення включаючи, сам носій (компакт-касета), робить свій негативний внесок до процесу погіршення параметрів цього сигналу на виході, – збільшується різниця між записаним і відтвореним матеріалом.

Методи уникнення шумів та спотворень в аналоговому звукозапису

Зменшення широкополосного шуму в аудіо сигналі – одна з проблем, яку звукорежисери намагались вирішити з початком ери звукозапису. Шумів і спотворень різних видів відносно багато, як і методів боротьби з ними. Один з видів, що виникає в аудіотракті, – це так звані *аддетивні стаціонарні шуми*. Стаціонарність означає, що такі властивості шуму, як потужність і спектр, не змінюються протягом часу. Аддетивність означає, що шум, котрий накладається на корисний (чистий) сигнал, не вносить у нього інші види спотворень – модуляції, детонації. Наприклад, шум магнітної стрічки, гул електромережі, шипіння мікрофонного

передпідсилювача, шум вентиляції в студії звукозапису – всі ці шуми приблизно стаціонарні й аддетивні.

Такого виду шуми, як цокотіння, нелінійні спотворення, скрипи і шелест, не стаціонарні і для їх усунення існують інші способи й методи.

Найпростіший спосіб зменшення шумів, який використовувався в радіомовленні (у паузах між передачами) ще у 40-х роках минулого століття – *гейт* (Noise gate – порговий шумоподавлювач). Гейт – це прилад динамічного оброблення звукотехнічного тракту, котрий скасовує сигнали, рівень яких нижче від заданого порогу, а інші сигнали пропускає без змін.

Музичний матеріал має як гучні, так і тихі ділянки запису, які при відтворенні можуть бути «піковими», або «провальними». Щоб звуковий тракт був без такого вигляду спотворень, використовують динамічний процесор – *компресор* (Compressor), який тихі ноти робить гучнішими, а гучні тихішими.

Протягом часу нойс-гейт і компресор (як і всі інші процесори оброблення звукотехнічного тракту) удосконалювались і на сьогодні це прилади з точною корекцією потрібних параметрів, які установлюються відповідними регуляторами.

Одним з перших спеціалізованих приладів для шумопониження розроблений компанією «Н.Н. Soft» (США) у 1946 році. Він називався *Dynaural Noise Suppressor* і представляв собою невеликий прилад на трьох лампах, що активізував полосовий фільтр. Особливістю пристрою була адаптація частот зрізу полосового фільтру до ширини аудіосигналу. Основною метою використання системи було поліпшення звучання платівок (78 об/хв.) – головного носія тих часів. Від системи вимагалось скасовувати не тільки стаціонарні шуми, але і тріск вінілу. Це дало змогу вперше американським радіомовним компаніям (потім іншим) транслювати грамплатівки по радіо. Раніше вважалося, що шуми і спотворення на платівках роблять їх непридатними для радіо, де до цього часу транслювалися тільки “живі” концерти і передачі.

У подальшому розробки щодо зниження шуму велися, в основному, для магнітофонів і магнітофонних стрічок. Під час запису на магнітофон рівень вхідного сигналу регулюють таким чином, щоб при надходженні найбільш гучних фрагментів фонограми вимірювач рівня (індикатор) перебквав у межах до «червоної зони». Для аналогової апаратури це в межах + 3дБ і тільки в деяких моментах запису – до + 6 дБ. При відтворенні фонограми регулятор рівня гучності встановлюється таким чином, щоб найбільші пікові місця лунали з оптимальним рівнем для слуху користувача. У результаті цього на гучних ділянках запису шум стрічки, навіть коли його чути, не заважає сприйняттю музики. При відтворенні звучання найтихіших ділянок запису шум стає помітним і в окремих місцях перекриває музику. Рівень шуму залишається постійним протяго усієї фонограми.

Постійне регулювання рівня під час запису і відтворення вимагає некоректної і громіздкої, ручної системи шумоподавлення. Електронний пристрій, спроможний проводити таку роботу, називають широкополосним *компандером* (компресором/експандером), а метод використання – *компандировання*, тобто звуження динамічного діапазону музичного матеріалу під час запису і розширення його під час відтворення. Це допомагає підвищувати середній рівень під час запису, а під час відтворення знижувати рівень відносно тихих місць звукозапису, разом з ними і рівень шумів. Широкополосний компандер має ще одну особливість: при його використанні рівень шуму залежить від рівня вхідного сигналу. Застосування саме такої системи шумоподавлення призводить до того що, рівень шуму залишається відносно високим під час звучання гучних фрагментів (хоча при цьому шум значно менший, ніж корисний сигнал) і знижується під час відтворення тихих ділянок запису. Цей процес називають *модуляцією шуму*. При розробленні ефективної системи компандировання виникають труднощі двох типів. Перший – узгодження компресора та експандера в усьому діапазоні частот і гучності.

Другий – запобігання підвищенню і пониженню рівня шуму разом з рівнем сигналу, оскільки це робить шум більш помітним.

У системах шумоподавлення від компанії «Dolby Laboratories Inc.», яка була заснована у 1965 році Рейом Долбі (Rey Dolby), ці проблеми вирішуються створеними за багато років технологіями:

1) *Системи шумопониження магнітної стрічки:* «Dolby A, B, C, S, SR»;

2) *Системи кодування-декодування багатоканального звуку з просторовим розподіленням каналів:*

- Аналогові Dolby Stereo (з використанням Dolby A/SR) для кіно;
- Розробки Dolby Pro Logic /II/III;
- Цифрові Dolby Digital (AC – 3), Dolby Surround-EX, в кіно/DVD;
- Dolby-E, Dolby Digital Plus (для радіомовлення);
- MLP Lossless – для кодування Audio-DVD, Dolby Digital Stereo/5.1 Creator – для аматорського запису на DVD і PC;
- Dolby True-HD для Blu-Ray/HD-носія, Dolby Fax, AAC (Advanced Audio Coding) – для зберігання і передачі багатоканальних файлів;

3) *Системи віртуального звуку:*

- Dolby Virtual Speaker – для побутового використання в телевізорах і комп'ютерах;
- Dolby Home Theater/Sound Room – для поліпшення відтворення звуку в комп'ютері;
- Dolby Headphone – для створення якісного і повноцінного звучання в навушниках;

4) *Технології оброблення звукового і відеосигналу:*

- Dolby Volume – для побутового використання в телевізорах з ціллю вирівнювання рівня звуку під час перемикання на інші канали;
- Dolby Contrast, Dolby Vision – для суттєвого поліпшення відеокартинки;
- Dolby Lake Processor – цифрове керування гучністю й корекцією в системах звукопідсилення;

5) *Digital Cinema – цифровий кінематограф:*

- Dolby Digital і Dolby Digital 3D – системи кодування, шифрування, перевірки якості та відтворення кіно в

цифровому вигляді з розширенням 2К і 4К у залах з використанням цифрових технологій.

У 1965 році була розроблена система шумоподавлення «Dolby A» для пониження шуму магнітної стрічки. Система «Dolby» за своєю структурою є двосторонньою (double-ended). Сигнал перед записом на стрічку підлягає обробленню, яке доводить до мінімуму шум стрічки, а під час відтворення сигнал декодується для зменшення шумів, що виникають. Декодер являє собою 4-х полосовий *експандер* (прилад, або програма, призначена для розширення динамічного діапазону звукового сигналу) з характеристикою спеціального виду. Коли рівень сигналу перевищує верхній поріг, сигнал пропускається без змін. Коли рівень сигналу перебуває між нижнім і верхнім порогом, здійснюється розширення динамічного діапазону з відношенням 1:2. Якщо рівень сигналу менше від нижнього порогу, він послаблюється до фіксованого рівня – 10 дБ. Такого виду передавальна характеристика називається *білінійною*. Таким чином, система «Dolby A», зменшує динамічний діапазон сигналу перед записом на стрічку і встановлює його під час відтворення.

Використання системи шумоподавлення типу «А» давало суттєве поліпшення звучання на магнітофонній стрічці, але застосування цього методу робило запис дорожчим. Далі була розробка системи «Dolby B», котра має смугу, яка коливається і забезпечує шумоподавлення на 10 дБ в діапазоні 1 кГц і вище. Система з однією смугою може працювати ефективніше, але у випадку, якщо ширина цієї смуги може змінюватися залежно від структури зміни сигналу. З тихими сигналами смуга буде здійснювати ефективне шумоподавлення при ширині від 1 кГц і вище. Але під час наявності в районі частоти 1 кГц сигналу, рівень яких знаходиться вище межі значення, спектральний фільтр повинен змістити смугу так, щоб гучні сигнали залишались за її межами. Система «B» виявилась дешевшою, тому що під час її відтворення апаратура не повинна була мати систему шумопониження від «Dolby».

Наступний метод «Dolby C» являє собою вдосконалення методу «B», котрий міг понизити рівень шуму на 20 дБ. У ньому використовувались

два компресори, увімкнені послідовно під час запису, і два доповнювальні експандери при відтворенні. Перший каскад працював при рівнях сигналу з рівнями системи «Dolby B», а другий – із сигналами, рівень яких на 20 дБ нижчий.

Усі ці системи ефективно скасовували шум на аудіокомпакт-касеті. У 1986 р. Рей Долбі розробив спосіб об'єднання досягнень усіх систем у новий тип шумоподавлення, котрий отримав назву «Dolby SR» (Spectral Recording – спектральний запис). Треба відзначити, що розробка «S» – для побутового користування, а розробка «SR» – для професійного.

Система шумопониження **DBX** – це метод взаємного оброблення на вході і виході магнітофона. Під час кодування і декодування в системі використовується відношення компресії 2:1. Взаємодія компресора і експандера спрощується завдяки єдиному коефіцієнтові компресії і завдяки тому, що оцінка рівня проводиться по повному спектру сигналу. У DBX врахований той фактор, що основна частина потужності звукового спектру, у більшості випадків, сконцентрована на середніх і низьких частотах, а на високих частотах буває тільки під час сигналу великого рівня. У сигнал, який надходить на компресор, вводяться алгоритми коливань, подібних до спотворень з поступовим нарощуванням рівня в межах високих частот для підвищення загальної потужності під час запису. При відтворенні їх усувають шляхом зниження рівня на високих частотах, разом з ними і рівень шумів.

Системи шумоподавлення зробили вагомий внесок протягом усього розвитку історії звукозапису і брали участь у встановленні багатьох звукових форматів.

Порівняльний аналіз звучання музичного матеріалу

В ідеалі процес запису звуку, від входу сигналу на записувальний пристрій і до виходу з цього пристрою, повинен проходити без змін від першоджерела. Відтворення записаного звукового тракту має бути насиченим, деталізованим, прозорим. Протягом тривалого часу це здавалося мало досяжним. Прилади аналогового звукозапису були

обмеженими в динамічному й частотному діапазонах, вони вносили ті чи інші спотворення, шуми до записаного музичного матеріалу. Нові винаходи та інновації привели до суттєвих поліпшень процесу звукозапису та звуковідтворення, а з появою цифрових технологій досягли високих результатів щодо покращення звукового тракту.

Аналоговий метод звукозапису достатньо точно передає першоджерельну звукову картину, однак він має низку недоліків. Одним з головних недоліків є високий рівень шумів і спотворень у запису. Шуми виникають через недосконалість матеріалів, з яких виготовлена стрічка, до того ж процесі довготривалого зберігання касети, катушкової бобіни проходить процес розмагнічування та осипання стрічки, навіть при належних умовах зберігання. Крім того, під час запису й подальшого відтворення стрічка рухається дещо нерівномірно, це призводить до ефекту детонації.

Шуми і спотворення в аналоговому звукозапису, як правило, досить сильно перешкоджають сприйняттю загального звучання. Навіть на професійних магнітофонах рівень спотворень мало коли опускається нижче - 60 дБ (без урахування систем шумозниження, таких як «Dolby» або «DBX», однак їх використання не може минуться безслідно для якості звуку), а під час використання бюджетних касетних магнітофонів ми постійно чуємо шуми на рівні від - 40 дБ і вище. Це обмежує прослуховування записів з великим динамічним діапазоном (наприклад, запис оркестру українських народних інструментів), оскільки спотворення лунають голосніше, ніж деякі тихі ділянки корисного сигналу. При цьому, як правило, ці шуми мають широкий спектр і з цієї причини відфільтрувати їх на виході звукового тракту не можна.

Детальніше про методи зниження рівня шумів в аналоговому звукозапису і принцип роботи розроблених систем щодо їх уникнення йтиметься нижче.

Уникнути вище перераховані недоліки допомагає перетворення аналогового звукового сигналу в цифрову форму, тобто у вигляді

послідовності двоїстих імпульсів. У такому вигляді сигнал незмірно стійкіший до всякого роду спотворювальних чинників. Не потрібно піклуватися про точність передачі сигналу, достатньо, щоб він був узагалі. Тому багато негативних явищ, властивих аналоговому запису, тут достатньо легко зводяться до невідчутно малих величин, а про детонацію можна забути зовсім. Перевага цифрових методів звукозапису: невеликий рівень шумів, усунення впливу нелінійності тракту звукозапису, велика кількість перезаписів без впливу на зниження якості, відсутність впливу детонації на якість сигналу, усунення перехресних перешкод, висока ідентичність каналів при багатоканальному звукозапису, хороша надійність звукотехнічної апаратури, вищий рівень сервісних функцій у порівнянні з аналоговою технікою.

Основним досягненням цифрового звукозапису є його чистота, прозорість звучання, значні за параметрами частотний і динамічний діапазони, низький рівень шумів, стійкість сигналу до спотворень звукового тракту, а також можливість гнучкої, коректної і детальної чіткої обробки. Записаний звуковий матеріал на будь-який цифровий носій має набагато менший рівень шумів, ніж записаний на магнітну стрічку аналоговий сигнал. Причина стає зрозумілою, якщо згадати, що спотворення на магнітній стрічці являють собою незначні відхилення записаного сигналу від початкового рівня. В аналоговому запису вони впливають безпосередньо на хвильову форму звуку, з цієї причини ми чуємо спотворення на виході. У цифровому запису перетворювальний прилад з аналогової форми в цифру “знає”, що можливі тільки два рівні сигналу, відповідно 0 і 1, а всі проміжні є послідовністю спотворень і мають бути скоректовані.

Достатньо великі спотворення цифрової форми, здатні перетворити 1 в 0 і навпаки, виникають доволі рідко. Але і в цьому разі, як правило, спрацьовують механізми перевірки, котрі в багатьох випадках здатні розпізнати і скоординувати «неправильний» біт. Існують також цифрові фільтри. Взявши для прикладу білий шум (*сигнал, котрий містить*

неперервний ряд спектральних компонентів однакової амплітуди по всьому частотному діапазону), за допомогою цифрового фільтра можна виділити з нього практично чистий синусоїдний сигнал на певній частоті. За допомогою аналогових фільтрів можна досягти виділення лише досить «товстої» спектральної смуги.

Перспектива цифрового звуку переважає насамперед можливістю тривалого збереження й тиражування музичної інформації без втрати якості, однак перетворення з аналогової форми в цифрову і навпаки таки безумовно призводить до часткової втрати якості звучання, особливо при використанні процесорів з малою внутрішньою роздільною здатністю. Найбільш неприємні для слуху людини спотворення надходять під час **оцифровки**, це *гранулярний шум*, що виникає під час *квантування* сигналу, рівня округлення амплітуди ближнього дискретного значення.

Гранулярний шум тісно поєднаний зі звуковим сигналом і залежить від нього, являє собою гармоніки сигналу, спотворення від яких найбільш помітні у верхній частині спектра. Появу спотворень і їх зв'язок із сигналом легко спостерігати, прослухавши синусоїдальний сигнал з відповідною частотою. Гранулярний шум у цьому випадку проявляється у вигляді змінного за висотою “паразитного” тону, частота якого залежить від частоти, форми й максимальної амплітуди корисного сигналу. Потужність гранулярного шуму обернено пропорційна кількості ступенів квантування, однак за логарифмічної характеристики слуху при лінійному квантуванні (*постійна величина ступеню*) на тихі звуки надходить менше ступенів квантування, ніж на гучні, і в результаті основна щільність нелінійних спотворень надходить на область тихих звуків. Це призводить до обмеження динамічного діапазону, котрий в ідеалі, без урахування гармонічних спотворень, був би рівний співвідношенню сигнал/шум, однак необхідність обмеження цих спотворень знижує динамічний діапазон для 16-бітного кодування.

Під час перетворення звуку з цифрової форми в аналогову виникає проблема згладжування ступеневої форми сигналу і зменшення гармонік,

внесених частотою дискретизації. За недосконалості АЧХ фільтрів може відбуватися: 1) недостатнє видалення спотворень, які виникли; 2) надлишкове послаблення корисних високочастотних чинників. Погано подавлені гармоніки частоти дискретизації спотворюють форму аналогового сигналу, особливо в області високих частот, що створює враження “мутного” і «брудного» звуку. Це чути при відтворенні фонограм “мінус”, котрі зберігаються в різних цифрових форматах і часто перезаписуються з одного цифрового носія на інший. Постійний перезапис фонограм цифрових форматів на недорогих побутових деках, без використання належної комутації зменшує якість звучання музичного матеріалу.

Якщо послухати на акустичних системах одну й ту ж фонограму з компакт-диска і аналогової компакт-касети, то може здатися, що касета звучить голосніше. Таке відчуття складається через те, що динамічний діапазон магнітофонного запису значно вузьчий – у кращому разі 70 - 75 дБ. Якщо поставити ручку гучності підсилювача в положення відповідно до межі появи спотворень на піках сигналу, то середній рівень відтвореної фонограми у випадку магнітофонної касети буде вищий через те, що «відстань» у децибелах від того самого середнього рівня до максимального у неї менша, ніж у цифровому запису з динамічним діапазоном в 97 дБ. Для повноцінного звучання цифрової фонограми підсилювач повинен мати запас потужності, щоб передати всі її нюанси – від найслабкішого рівня до максимального. А якщо потрібно отримати таку ж середню гучність, що і в магнітофонному записі, тоді використовують потужніший підсилювач, а також потужніші акустичні системи – інакше буде спотворення на піках сигналу.

На сьогоднішній день виробники цифрової звукотехніки намагаються повністю витіснити з ринку аналогові носії шляхом заміни на цифрові формати. На ринках звукотехніки постійно рекламується нова цифрова продукція, котра нібито шляхом удосконалення поліпшує звучання. Ретельно розібравшись у технічних параметрах і прослухавши

декілька носіїв, можна зробити експертну оцінку якості звучання. Посереднім цифровим системам не вдається випередити хороший аналоговий тракт, записаний в якісних акустичних приміщеннях на професійні студійні магнітофони.

Автор цього навчально-методичного посібника особисто, з 1990 року записував і монтував фонограми на аналоговій апаратурі, а приблизно з 1995 року поступово перейшов на цифрову техніку. З переходом до цифрових носіїв звукозапису виникали питання відносно специфіки звучання музичного матеріалу. Тільки на великих виставках цифрових засобів мультимедіа, де були представлені відомі світові бренди зі складеною звукотехнікою на власних заводах, розташованих у межах держави, можна було почути пристойне та якісне звучання музичних творів митців світового рівня. Аналогова звукотехніка передає звучання, особливо класичної музики, набагато емоційніше і проникливіше. Звичайно, щоб почути різницю між фонограмами аналогового і цифрового форматів, потрібно мати достатньо високого класу апаратуру звукопідсилення й акустичні системи включно з комутацією. Зрозуміло, що ні про які портативні касетники і програвачі радянського виробництва не може бути й мови. Вони зіграли негативну роль в уяві сьогоденного студентства про аналоговий звук.

Великі й важкі катушкові магнітофони і магнітофони для компакт-касет відомих у минулому й сьогодні брендів: «Nakamichi», «AKAI», «Tandberg», «Marantz», «Studer», «Tascam» досі задіяні в студіях звукозапису, а звукорежисери позбутися таких носіїв не поспішають. Час від часу в митців естради виникає зацікавленість до аналогових носіїв звукової інформації студійного класу – магнітних стрічок, вінілових платівок, також і до пристроїв для відтворення – магнітофонів, програвачів. Їх приваблює Vintage-техніка своїми недосяжними для посередньої “цифри” можливостями. Аналогове обладнання доносить до слухача емоційне хвилювання музикантів у момент запису на студії, атмосферу записаних “живих” концертів, простір і об’єм залу.

Слід відзначити непоодинокі випадки на різних судіях, коли під час тиражування музичних творів на компакт-диски музиканти, котрі вперше почули фонограму на CD, були розчаровані щодо якості й різниці звучання між «цифрою» і студійною мастер-стрічкою, яка була початковим матеріалом для розмноження компакт-дисків, записану, як правило, на катушковому магнітофоні від фірми «Studer» з використанням плівки «Amrex-456». Звичайно, на сьогодні цифрові технології звукозапису пішли далеко вперед, але цінова політика фірм-виробників професійного студійного обладнання не завжди дає можливість придбати ту цифрову звукотехніку, котра бажана, а головне, потрібна – особливо для студентів.

З формальної точки зору різниця звучання пов'язана з тим, що цифровий сигнал – це, по суті, дискретна функція, вкладена під відому *теорему Котельнікова-Шеннона*, а стандарт звучання компакт-диску визначений параметрами: частота дискретизації 44,1 кГц, число розрядів і характеристика квантування 16 біт. Це у випадку, коли попередньо музична інформація опрацьовувалась на процесорах із внутрішньою роздільною здатністю 96 кГц/24 біт і в подальшому музичний матеріал був виведений на CD. Реально в дійсності, під час роботи з музичним матеріалом на бюджетних приладах, будемо мати 13 – 15 біт, а в CD-ROM-ах і того менше – 10 – 12 біт. Недотримання стандартів і вимог до цифрової звукотехніки призводить до ще більших спотворень звукового тракту, виділяється гранулярний шум, виразно “жорстке і стомливе” звучання частоти по високій середині. Аналоговий звук представляє собою неперервний сигнал у часі, саме так він записується і відтворюється (в ідеалі). Зрозуміло, що аналоговій апаратурі притаманні свої власні спотворення, але вони зовсім іншого походження й інакше сприймаються людським вухом.

Перевага цифрового запису суттєва, про це буде неодноразово згадуватися в цьому навчально-методичному посібнику. Потужні світові виробники CD-дисків надають стандартні параметри для своєї продукції, але дві третини вітчизняного ринку заповнили незрозумілі й невідомі

бренди з виробництва компакт-дисків, термін зберігання яких становить приблизно 20 – 25 років до моменту окислення алюмінієвого шару, запресованого в середину. Це у випадку, якщо ці CD-диски нормально пропишуться, не рідкість, коли після тиражування великої кількості примірників за допомогою ПК при максимальній швидкості запису CD-приводу чималий відсоток потрібно утилізувати з причини неякісного копіювання музичного матеріалу. Тривалість часу їх зберігання при температурних перепадах і високій вологості повітря скорочується ще більше. Ще одне негативне явище – це «перегрів» при відтворенні CD-дисків дешевими програвачами, виготовленими невідомо за якими стандартами.

Існують архівні аудіоматеріали, студійні мастер-плівки, котрі після невеликої звукової реставрації використовуються як матриця для тиражування компакт-дисків; особливо така практика поширюється на записи класичної музики. Багато студійних записів музики на плівках зберігається в фон-бібліотеках, вони і через 20 – 30 років не втратили своєї якості. Варто згадати, що мова іде не про стрічки «Свема» і «Тасма», а про добре зарекомендовані котушкові стрічки від фірм «Аmpex», «BASF», «Agfa», які й до цього часу виробляються, хоча й у невеликих кількостях. Використовуючи ці стрічки, не потрібно прочищати й міняти магнітофонні головки не тільки на імпортних бобінниках, а й на радянських моделях високого класу. Можна використати професійну плівку при відсутності будь-якої з вище згаданих, від «Свема», тип А462-6Р. Вона намотана на котушках по 1000 м, при потребі її можна перемотувати на менші бобіни, бажано з твердої пластмаси або металеві, краще імпортні.

Робота з аналоговою звукотехнікою в студії досить ємкісна й потребує багато часу, майже все потрібно аналізувати на студійних моніторах і головних телефонах, надіятись на власний слух. Такий метод має право на існування. Не маючи достатньо досвіду роботи з подібною аудіопродукцією, варто працювати з цифровими процесорами високої роздільної здатності.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

APU – автоматичне регулювання підсилення.

Баланс – співвідношення рівнів сигналів у каналах.

Бінауральний запис – двоканальний стереозапис, призначений для відтворення через головні телефони (навушники), сигнал кожного каналу направлений у ліве чи праве вухо з різним рівнем і гучністю. Таким чином досягається відчуття сприйняття джерел звуку в їх оригінальній позиції відчуття простору.

Компакт-касета – винахід і розробка у 1973 р. корпорацією «Philips». Недоліки – зменшення діапазону частот і динамічного діапазону, погіршення стану сигнал/шум, великий відсоток взаємного проникнення каналів.

Реверс – відтворення в другу сторону (на касетних деках).

Фонограма – звукозапис виконання музичного, драматичного та іншого твору або спеціально створена і записана музична композиція.

ACPS (Analog Copy Protection System): система захисту від копіювання в аналоговій формі, використовується в технології *DVD*.

AFT (Automatic Fine Tuning) – точна автоматична настройка.

ALC (Automatic Level Control) – автоматичне регулювання рівня.

Auto Bias – система підмагнічування стрічки на касетній деці.

Bypass (обхід) – повне відключення від ланцюга обробки всіх елементів схеми; режим прямого проходження сигналу із входу на вихід.

BMP (Beats per minute) **BNP**-лічильник за допомогою світлодіодних лампочок показує темп – кількість спалахів лампи відповідає кількості ударів за хвилину, інколи називають темпом композиції.

Blank Skip – пропуск пустого простору на касеті при відтворенні і запису.

Cue – занесення в пам'ять довільної мітки по часу, з можливістю наступного переходу до неї.

CPS – функція, що дозволяє автоматично знаходити початок кожного запису на касеті.

Dolby Laboratories Inc. компанія була заснована у 1965 році Рейом Долбі. Системи «Dolby» А В, С і S (побутових) SR (професійних) – аудіокасет

DNR (Dynamic Noise Reduction) – динамічне шумоподавлення.

Intro Check – можливість автоматичного відтворення перших декількох секунд кожного запису з касети.

Motor off – ефект виключення двигуна програвача вінілу (поступове зменшення темпу).

Phono-вхід для підключення програвачів вінілових дисків, під'єднання до нього інших приладів – неприпустима.

ZD (Zero Drive) – шумоподавлювач.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ананьев А. Акустика для звукорежиссеров: пособие. Киев: Феникс, 2012. 255 с.
2. Бенин М. С., Подунов А. С. Звук на магнитной ленте. Киев: Юному технику, 1987. 112 с.
3. Железный А. И. Наш друг – грампластинка : записки коллекционера. Київ : Музична Україна, 1989. 279 с.
4. 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.
5. Зьола М. М. Прижиттєві грамзаписи М. В. Лисенка на фоні проблем української дискографії. Київ : Коллегіум, 1998, № 1(7-8). С. 95–107.
6. Зьола М. Й. Унікальні українські грамплатівки дореволюційного і довоєнного періоду в приватних колекціях. Проблеми введення звукових реліквій України в культурний обіг. Електронні зображення та візуальні мистецтва. Київ: Коллегіум, 2002. №1. С. 92 – 97.

7. Мащенко І. Г. Термінологічний словник основних понять і виразів: телебачення, радіомовлення, кіно, відео, аудіо : енциклоп. електрон. мас-медіа : у 2 т. Т. 2. Запоріжжя: Дике поле, 2006. 511 с.
8. Основи звукорежисури: навч. посіб. / Белявіна Н. Д., Белявін В. Ф., Бондарець Н.Л., Дьяченко В. В. Ч. 1. Київ: НАКККиМ, 2011. 84 с.
9. Папченко В. П. Золотые ворота, путь в тишину. *Технології шоу*. 2003. № 10. С. 62–64.
10. Ужинський М. Ю. Технології Dolby – художнє створення звукового образу. *Культурно-мистецьке середовище: творчість та технології*: зб. матеріалів Шостої Міжн. наук.-творчої конф., присвяченої 10-річчю кафедри мистецьких технологій, 8–9 листопада 2012 р. Київ: НАКККиМ, 2012. С. 17–18.
11. Ужинський М. Ю. Еволюція методів фіксації звукового матеріалу / Наука, освіта, суспільство очима молодих : зб. матеріалів V Міжн. наук.-практ. конф. студентів та молодих науковців 18–19 квітня 2012 р. Ч. 2. Рівне : РДГУ, 2012. С. 142–143.
12. Gerzon M. A Question of Balance / *Records Quarterly magazine*, Vol 2, No3, 1987. pp 48-53
13. Holland K., Newell P., Mapp P. Steady State and Transient Loudspeaker Frequency Responses. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, Vol 25, Part 8, 2003.
14. Katz B. *Mastering Audio – the art and the science*. Boston: Focal Press, 2002. 319 p
15. Petersen G. Neumann Celebrates 75 Years. *Mix Professional Audio & Music Production*: www.mixonline.com (date of treatment: 21.02.18).
16. Svejda J. *The Record Shelf Guide to Classical CDs and Audiocassettes / Fifth Revised and Expanded Edition*. The Record Shelf Guide to Classical CDs and Audiocassettes. Rocklin: Prima Lifestyles, 1996. 880 p.

ОСНОВИ АНАЛОГОВОГО ЗВУКОЗАПISУ

Методичні вказівки

до виконання практичної та самостійної роботи

«ОСНОВИ ЗВУКОЗАПISУ»

Аналоговий звукозапис

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
Методичне видання