

**МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ КЕРІВНИХ КАДРІВ КУЛЬТУРИ І**  
**МИСТЕЦТВ**  
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПЕРФОРМАТИВНИХ**  
**МИСТЕЦТВ**

**Кафедра музичного мистецтва**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр»**

**на тему: «ЕЛЕКТРОННА МУЗИКА ЯК СТИЛЬОВА ОСОБЛИВІСТЬ**  
**СУЧАСНОЇ КУЛЬТУРИ»**

**Виконав:**

студент II курсу, групи МММ 23-24,  
спеціальності 025 «Музичне  
мистецтво»

**Санніков Микита Ігорович**

**Керівник:**

кандидат педагогічних наук, професор,  
заслужений діяч мистецтв України

**Белявіна Н. Д.**

**Рецензент:** професор,

доктор мистецтвознавства,

професорка кафедри історії світової

музики Національної музичної академії

України імені П.І.Чайковського

**Редя Валентина Яківна**

Допустити до захисту:

протокол засідання кафедри

від «\_\_» листопада 2025р. № \_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(\_\_\_\_\_)\_\_\_\_\_)

**КИЇВ – 2025**

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	8

### **Розділ 1. Історико-теоретичні засади дослідження**

1.1. Історія розвитку електронної музики: від початку ХХ століття до сучасності .....	14
1.2. Еволюція синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики.....	24
1.3. Жанрова специфіка застосування аналогового обладнання в контексті сучасної електронної сцени.....	34

### **Розділ 2. Сучасні методи інтеграції обладнання у студійний та сценічний звуковий простір**

2.1. Діалектика взаємодії аналогового та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні .....	47
2.2. Аналіз використання ефект-процесорів (компресори, еквалайзери, дилеї) для художньої експресії у музичному творі.....	61
2.3. Техніко-технологічні аспекти модульного синтезу (Eurorack) та його роль у створенні унікального тембрального матеріалу.....	77

### **Розділ 3. Акустико-естетичні переваги аналогового звуку та перспективи його розвитку в контексті креативної індустрії**

3.1. Феномен «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухача та його психоакустичне обґрунтування.....	84
3.2. Вплив аналогової парадигми на творчий процес композитора та виконавця (концепція «hardware-based» творчості).....	89
3.3. Прогнозування еволюції аналогових технологій у контексті розвитку гібридних електронних інструментів.....	97
3.4. Робочий процес звукорежисера електронної музики та сучасні тенденції.....	105

<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>119</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>125</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>133</b>

## АНОТАЦІЯ

**Актуальність роботи** обумовлена необхідністю глибокого осмислення феномену «аналогового ренесансу», що спостерігається в сучасній музичній культурі на тлі тотального домінування цифрових технологій. В умовах, коли програмне забезпечення досягло піку своєї функціональності та доступності, повернення до апаратних засобів виробництва звуку стає не просто ностальгічним трендом, а свідомою естетичною та когнітивною стратегією митців. Дослідження впливу електронної музики на формування сучасних соціокультурних трендів, вивчення психоакустичних особливостей сприйняття аналогового звуку та аналіз новітніх гібридних методик є критично важливими для розуміння подальших шляхів розвитку музичного мистецтва.

**Мета дослідження** полягає у вивченні жанрових трансформацій в електронній музиці, процесів її глобалізації, еволюції інструментарію виробництва та способів її розповсюдження. Робота має на меті розкрити діалектику взаємодії аналогових та цифрових засобів, обґрунтувати їхній вплив на стильові особливості сучасної електронної сцени та спрогнозувати майбутні тенденції розвитку галузі в контексті інтеграції штучного інтелекту.

**Об'єкт дослідження** — електронна музика як цілісне культурне явище та сукупність технологій музичного продакшну, що визначають її звучання.

**Предмет дослідження** — процеси трансформації методів звукоутворення, специфіка інтеграції аналогового обладнання у сучасний цифровий простір, а також аналіз впливу електронної музики на сучасну культуру та психоемоційний стан слухача.

**Задачі дослідження:** описати основні етапи розвитку електронної музики: від початку ХХ століття до сучасності; розкрити процес еволюції синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики; проаналізувати жанрову специфіку електронної музики в контексті застосування аналогових технологій; розкрити діалектику взаємодії аналогового

та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні; проаналізувати використання ефект-процесорів для створення художньої експресії у музичному творі ; визначити роль модульного синтезу (Eurogack) у створенні унікального тембрального матеріалу; окреслити роль феномену «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухачем музичних творів ; виявити вплив аналогової парадигми на творчий процес композитора та виконавця; охарактеризувати процес подальшої еволюції аналогових технологій у контексті розвитку гібридних електронних інструментів; описати робочий процес звукорежисера електронної музики та сучасні тенденції.

**Наукова новизна дослідження:** *вперше* розкрито діалектику взаємодії аналогового та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні; визначено роль модульного синтезу (Eurogack) у створенні унікального тембрального матеріалу; окреслено роль феномену «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухачем музичних творів ; *набуло подальшого розвитку* розкриття основних етапів розвитку електронної музики: від початку ХХ століття до сучасності; характеристика процесу еволюції синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики; жанрова специфіка електронної музики в контексті застосування аналогових технологій.

Взято участь у конференції та опубліковано тези - Санніков М.І.. ВПЛИВ АНАЛОГОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ У ТВОРЧОСТІ МАЙКЛА ДІНА. у збірці Культура і мистецтво: сучасний науковий вимір : матеріали VIII Всеукр. наук. конф. молод. вч., асп. та магістран. / М-во культ. та страт. ком. України ; Нац. акад. кер. кадрів культ. і мистец. ; Наук. тов. студ., асп., доктор. і молод. вч. (Київ, 06 листопада 2025 р.). Київ : НАКККиМ, 2025.

**Ключові слова:** сучасна музична культура, електронна музика, жанри електронної музики, аналоговий синтез, гібридна студія, EDM-артист, звукорежисера.

## ABSTRACT

The relevance of the work is due to the necessity of deep comprehension of the analog renaissance phenomenon observed in modern musical culture against the background of the total dominance of digital technologies. In conditions where software has reached the peak of its functionality and availability, the return to hardware means of sound production becomes not just a nostalgic trend, but a conscious aesthetic and cognitive strategy of artists. Researching the influence of electronic music on the formation of modern sociocultural trends, studying the psychoacoustic features of analog sound perception, and analyzing the latest hybrid methodologies are critically important for understanding the future paths of musical art development.

The purpose of the study consists of studying genre transformations in electronic music, processes of its globalization, the evolution of production instruments, and ways of its distribution. The work aims to reveal the dialectics of the interaction of analog and digital means, substantiate their influence on the stylistic features of the modern electronic scene, and forecast future trends in the development of the industry in the context of artificial intelligence integration.

The object of research is electronic music as a holistic cultural phenomenon and a set of music production technologies that determine its sound.

The subject of research is the processes of transformation of sound production methods, the specifics of integrating analog equipment into the modern digital space, as well as the analysis of the influence of electronic music on modern culture and the psycho-emotional state of the listener.

Research objectives:

- describe the main stages of the development of electronic music: from the beginning of the 20th century to the present;

- reveal the process of the evolution of synthesizers (1960–1980) and their influence on the formation of electronic music genres;
- analyze the genre specifics of electronic music in the context of the application of analog technologies;
- reveal the dialectics of the interaction of analog and digital approaches in modern audio production;
- analyze the use of effect processors to create artistic expression in a musical work;
- determine the role of modular synthesis (Eurorack) in creating unique timbral material;
- outline the role of the analog warmth (Harmonic Distortion) phenomenon in the listener's perception of musical works;
- identify the influence of the analog paradigm on the creative process of the composer and performer;
- characterize the process of further evolution of analog technologies in the context of the development of hybrid electronic instruments;
- describe the workflow of an electronic music sound engineer and modern trends.

Scientific novelty of the research:

- for the first time, the dialectics of the interaction of analog and digital approaches in modern audio production are revealed;
- the role of modular synthesis (Eurorack) in creating unique timbral material is determined;
- the role of the analog warmth (Harmonic Distortion) phenomenon in the listener's perception of musical works is outlined;
- further development was given to the disclosure of the main stages of the development of electronic music: from the beginning of the 20th century to the

present;

- characteristics of the process of the evolution of synthesizers (1960–1980) and their influence on the formation of electronic music genres;
- genre specifics of electronic music in the context of the application of analog technologies.

Participation in the conference was taken and abstracts were published - Sannikov M.I. THE INFLUENCE OF ANALOG SYNTHESIZERS IN THE CREATIVITY OF MICHAEL DEAN. In the collection Culture and Art: Modern Scientific Dimension: materials of the VIII All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates, and Master's Students. / Ministry of Culture and Strategic Communications of Ukraine; National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts; Scientific Society of Students, Postgraduates, Doctoral Candidates, and Young Scientists (Kyiv, November 06, 2025). Kyiv: NAKKKiM, 2025.

**Key words:** modern musical culture, electronic music, electronic music genres, analog synthesis, hybrid studio, EDM artist, sound engineering.

## ВСТУП

**Актуальність роботи** обумовлена необхідністю глибокого осмислення феномену «аналогового ренесансу», що спостерігається в сучасній музичній культурі на тлі тотального домінування цифрових технологій. В умовах, коли програмне забезпечення досягло піку своєї функціональності та доступності, повернення до апаратних засобів виробництва звуку стає не просто ностальгічним трендом, а свідомою естетичною та когнітивною стратегією митців. Дослідження впливу електронної музики на формування сучасних соціокультурних трендів, вивчення психоакустичних особливостей сприйняття аналогового звуку та аналіз новітніх гібридних методик є критично важливими для розуміння подальших шляхів розвитку музичного мистецтва.

**Мета дослідження** полягає у вивченні жанрових трансформацій в електронній музиці, процесів її глобалізації, еволюції інструментарію виробництва та способів її розповсюдження. Робота має на меті розкрити діалектику взаємодії аналогових та цифрових засобів, обґрунтувати їхній вплив на стильові особливості сучасної електронної сцени та спрогнозувати майбутні тенденції розвитку галузі в контексті інтеграції штучного інтелекту.

**Об'єкт дослідження** — електронна музика як цілісне культурне явище та сукупність технологій музичного продакшну, що визначають її звучання.

**Предмет дослідження** — процеси трансформації методів звукоутворення, специфіка інтеграції аналогового обладнання у сучасний цифровий простір, а також аналіз впливу електронної музики на сучасну культуру та психоемоційний стан слухача.

### **Задачі дослідження:**

- описати основні етапи розвитку електронної музики: від початку ХХ століття до сучасності;

- розкрити процес еволюції синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики;
- проаналізувати жанрову специфіку електронної музики в контексті застосування аналогових технологій;
- розкрити діалектику взаємодії аналогового та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні;
- проаналізувати використання ефект-процесорів для створення художньої експресії у музичному творі ;
- визначити роль модульного синтезу (Eurorack) у створенні унікального тембрального матеріалу;
- окреслити роль феномену «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухачем музичних творів ;
- виявити вплив аналогової парадигми на творчий процес композитора та виконавця;
- охарактеризувати процес подальшої еволюції аналогових технологій у контексті розвитку гібридних електронних інструментів;
- описати робочий процес звукорежисера електронної музики та сучасні тенденції.

#### **Методологія та методи дослідження:**

- *історико-теоретичні*: аналіз, систематизація та узагальнення питань з проблем дослідження;
- *емпіричні*: синтез, опис та узагальнення, практична робота звукорежисером.

#### **Теоретична база дослідження:**

Дослідження вітчизняних авторів:

- К. Станіславська «Мистецько-видовищні форми сучасної культури: монографія»;
- Н. Белявіна «Методологія та методика викладання фахових мистецьких дисциплін» : підручник;
- Белявіна Н. Д., Белявін В. Ф., Бондарець Н. Л. , Дьяченко В. В. Основи звукорежисури : навч. посібник
- Л. Рязанцев «Звукорежисура: навчальний посібник»;
- О. Бут «Звук як компонент образної структури фільму», реферат дисертації;

- В. Дьяченко «Творча діяльність українських звукорежисерів другої половини ХХ – початку ХХІ століття: теорія, історія, практика» реферат дисертації;
- В. Грищенко «Композиція та комп'ютерне аранжування» : підручник;
- Черевко К.П. Електронна музика як феномен культурно-цивілізаційних процесів ХХ – початку ХХІ століття (до питання методології аналізу), реферат дисертації;
- Шип В. С. Музична форма від звуку до стилю : навчальний посібник;
- Шустов С.Л. Електронна музика в системі студійних жанрів

#### Праці зарубіжних авторів:

- **Cox C., Warner D.** Audio Culture: Readings in Modern Music. New York : Continuum, 2004. 472 p.
- **Fisher M.** Ghosts of My Life: Writings on Depression, Hauntology and Lost Futures. Winchester : Zero Books, 2014. 230 p.
- **Pinch T., Trocco F.** Analog Days: The Invention and Impact of the Moog Synthesizer. Cambridge, MA : Harvard University Press, 2002. 384 p.
- **Reynolds S.** Retromania: Pop Culture's Addiction to Its Own Past. London : Faber & Faber, 2011. 488 p.
- **Roads C.** Microsound. Cambridge, MA : MIT Press, 2001. 409 p.
- **Théberge P.** Any Sound You Can Imagine: Making Music/Consuming Technology. Hanover : Wesleyan University Press, 1997. 293 p.

#### Роботи, опубліковані в Інтернет-ресурсах:

- **Sound on Sound. Reid G.** Synth Secrets: Strings, Brass & The Orchestral Sounds Of The 1970s. *Sound on Sound*. URL:  
<https://www.soundonsound.com/series/synth-secrets>
- **iZotope Audio Learning Hub. iZotope Staff.** What is Saturation? Audio Saturation Explained.<https://www.izotope.com/en/learn/what-is-saturation-audio-saturatio>

[n-explained.html](#)

- **Universal Audio Blog. Universal Audio.** Analog vs. Digital: What's the Difference? *Universal Audio*. URL: <https://www.uaudio.com/blog/analog-vs-digital/>
- **Perfect Circuit Signal. Moll J.** East Coast vs. West Coast Synthesis: A History of Experimental Electronic Music. *Perfect Circuit Signal*. URL: <https://www.perfectcircuit.com/signal/east-coast-west-coast-synthesis>
- **Mutable Instruments Documentation. Gillet E.** Clouds: Texture Synthesizer User Manual. *Mutable Instruments*. URL: <https://pichenettes.github.io/mutable-instruments-documentation/modules/clouds/>
- **Ableton Loop Kirn P.** The Art of Imperfection: Why Glitches and Mistakes Are Essential to Music. *Ableton Blog*. URL: <https://www.ableton.com/en/blog/>
- **Attack Magazine Staff.** Origins of Synthwave: From 80s Nostalgia to Global Phenomenon. *Attack Magazine*. URL: <https://www.attackmagazine.com/technique/>

### **Наукова новизна дослідження:**

*Вперше:*

- розкрито діалектику взаємодії аналогового та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні;
- визначено роль модульного синтезу (Eurorack) у створенні унікального тембрального матеріалу;
- окреслено роль феномену «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухачем музичних творів ;

*Набуло подальшого розвитку:*

- розкриття основних етапів розвитку електронної музики: від початку ХХ століття до сучасності;
- характеристика процесу еволюції синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики;
- жанрова специфіка електронної музики в контексті застосування гібридних аналогових та цифрових технологій.

**Джерельна та матеріальна база дослідження:** праці зарубіжних та вітчизняних авторів з питань електронної музики, розвитку синтезаторів, нових засобів впливу на створення тембральних якостей твору та психологічних факторів впливу на слухача. Практична робота з аналоговим обладнанням та звукозапис і створення музичних проектів з використання гібридних форм цифрових та аналогових технологій, а також робота в якості EDM-артиста.

**Теоретичне і практичне значення дослідження** полягає у комплексному висвітленні специфіки роботи звукорежисера у сфері музичного продакшну електронної музики з використанням гібридних засобів аналогової та цифрової технологій. Робота містить теоретичні й практичні рекомендації щодо роботи над тембральними характеристиками музичних творів під час їх звукозапису та прослуховування.

Матеріали дослідження можуть бути використані у навчальних курсах дисциплін зі звукорежисури: «Мистецтво звукорежисури», «Звукорежисура», «Композиція та комп'ютерне аранжування», «Студійна звукорежисура», «Аналіз аудіовізуальних творів».

#### **Апробації та публікації:**

Участь у конференції Культура і мистецтво: сучасний науковий вимір : матеріали VIII Всеукр. наук. конф. молод. вч., асп. та магістран. / М-во культ. та страт. ком. України ; Нац. акад. кер. кадрів культ. і мистец. ; Наук. тов. студ., асп., доктор. і молод. вч. (Київ, 06 листопада 2025 р.

Опубліковано тези: Санніков М.І.. ВПЛИВ АНАЛОГОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ У ТВОРЧОСТІ МАЙКЛА ДІНА. Культура і мистецтво: сучасний науковий вимір :

матеріали VIII Всеукр. наук. конф. молод. вч., асп. та магістран. / М-во культ. та страт. ком. України ; Нац. акад. кер. кадрів культ. і мистец. ; Наук. тов. студ., асп., доктор. і молод. вч. (Київ, 06 листопада 2025 р.). Київ : НАКККіМ, 2025. С. 336–338.

**Структура кваліфікаційної роботи** обумовлена логікою розкриття теми, метою та завданням дослідження. Вона складається зі вступу, трьох розділів, 10 підрозділів, висновків, списку використаних джерел (68 позицій), додатків. Загальний обсяг роботи – 148 сторінок, із них основний текст складає – 113 сторінок.

## **Розділ 1. Теоретико-методологічні основи дослідження**

### **1.1. Історія розвитку електронної музики: від початку XX століття до сучасності.**

Історіографія музичного мистецтва традиційно розглядає розвиток інструментарію як лінійний процес вдосконалення акустичних властивостей. Проте поява електронної музики на початку XX століття знаменувала собою не просто технологічний прогрес, а фундаментальний онтологічний розрив у самому розумінні звукової матерії. Якщо протягом століть західна музична традиція базувалася на абстрактній архітектурі нот, гармоній та темперованого строю, що реалізуються через інтерпретацію виконавця, то ера електрики трансформувала звук у фізичний, пластичний об'єкт. Цей об'єкт відтепер можна було фіксувати, деконструювати, розтягувати в часі та синтезувати *ex nihilo* (з нічого), оминаючи обмеження фізичної природи традиційних резонуючих тіл.

Едгар Варез, одна з ключових фігур цього переходу, влучно сформулював нову філософську парадигму терміном організований звук [1]. Ця дефініція звільнила композиторів від диктату мелодичної наративності та функціональної гармонії, дозволивши розглядати тембр, просторову локалізацію та, що найважливіше, шум як повноправні структурні елементи композиції. Варез пророче передбачав час, коли диференціація звукових мас і планів стане технічно досяжною, дозволяючи створювати зони інтенсивності, недосяжні для традиційного оркестру. Його бачення звільнення звуку стало фундаментом для всієї подальшої еволюції жанру, від магнітофонних експериментів до цифрового

синтезу [4].

Цей звіт пропонує вичерпний аналіз соціокультурних, технологічних та філософських розломів, що супроводжували розвиток електронної музики. Ми дослідимо перехід від футуристичного фетишизму машин до повоєнної травми, що розділила європейський авангард, проаналізуємо діалектику контролю та випадковості в дизайні інтерфейсів, роль кібернетики як моделі творчості, та завершимо оглядом сучасної ери штучного інтелекту, яка ставить під сумнів саму необхідність людського суб'єкта-автора.

Перша половина ХХ століття характеризувалася напруженим діалогом між індустріальним шумом прогресу та прагненням до наукової чистоти звуку. Цей період заклав дві діаметрально протилежні естетичні стратегії, що продовжують впливати на музику і сьогодні.

На рубежі ХІХ і ХХ століть, задовго до винайдення вакуумних ламп, Тадеуш Кехілл створив Тельгармоніум (або Динамофон) — монументальну інженерну споруду вагою 200 тонн, що стала передвісником сучасної моделі споживання музики як комунальної послуги. Цей інструмент базувався на принципі адитивного синтезу, генеруючи звук за допомогою масивних обертових валів (реотомів) та динамо-машин.

Кехілл прагнув досягти ідеалу чистого звуку з математичною точністю, вільного від дефектів фізичних інструментів, таких як скрип струн, тертя смичка чи нерівність дихання музиканта. Риторика Кехілла резонувала з вікторіанською вірою в те, що технологічний прогрес здатен очистити матеріальний світ. Марк Твен, вражений можливостями інструменту, зазначав, що готовий відкласти власну смерть, аби слухати цю нову музику знову і знову.<sup>6</sup>

**Соціоекономічний аналіз:** Тельгармоніум був не просто інструментом, а масштабним інфраструктурним проєктом. Музика передавалася телефонними лініями до готелів, ресторанів та домівок заможних абонентів Нью-Йорка, що фактично стало першою реалізацією концепції музики за підпискою. Це

маркувало початок десакралізації музичного виконання: з ритуальної події, що вимагає присутності в концертному залі, музика перетворилася на фоновий елемент урбаністичного комфорту. Однак, гігантські енергетичні потреби (671 кіловат) та інтерференція з телефонними розмовами призвели до комерційного краху проєкту, залишивши його в історії як величну утопію.

### **Політизація шуму та окультні корені**

На повну протиположність стерильності Тельгармоніуму, італійські футуристи на чолі з Луїджі Русоло вбачали в індустріалізації джерело нової, бруталної естетики. У своєму маніфесті Мистецтво шумів (*L'arte dei rumori*, 1913) Русоло стверджував, що людське вухо, яке еволюціонувало в аграрному середовищі, тепер звикло до какофонії сучасного мегаполісу — гуркоту трамваїв, вибухів двигунів та фабричних сирен — і вимагає нової акустичної дієти.

Русоло класифікував шуми у шість родин, що включали гуркоти, свисти, шепоти, скреготи, удари по металу та голоси тварин і людей. Для реалізації цих звуків він разом з Уго П'ятті сконструював *Intonarumori* (шумові модулятори) — акустичні пристрої з рупорами та важелями, що дозволяли контролювати висоту та інтенсивність шуму. Концерт *Awakening of a City (Risveglio di una città)* став скандальним актом, де оркестр шумових інструментів кинув виклик буржуазному смаку.

Сучасні дослідження розвінчують міф про Русоло виключно як про раціонального апологета машин. Його філософія була глибоко пронизана інтересом до окультизму, теософії та синестезії. Шум для Русоло був не просто акустичним сміттям, а виразом енергетичної сутності матерії, спробою виходу за межі раціонального сприйняття. Його живопис, що зображував звукові хвилі як видимі силові лінії, підтверджує, що футуристичний шум мав трансцендентний вимір, пов'язуючи матеріальний світ машин зі духовним світом вібрацій. Це створює пряму лінію спадкоємності від *Intonarumori* до сучасної нойз-музики, індастріалу та робіт таких композиторів, як Джон Кейдж,

для яких шум став сакральним елементом.

У 1920 році Лев Термен представив інструмент, що став антитезою механічним машинам — терменвокс (ефірофон/etherphone). Це був перший музичний інструмент в історії, на якому грали без жодного фізичного контакту, маніпулюючи електромагнітним полем за допомогою рук у повітрі.

Поява терменвокса мала колосальний вплив на композиторське мислення. Лев Термен заявляв, що його апарат звільняє композитора від деспотизму дванадцятитонової темперованої шкали, дозволяючи створювати інтервали будь-якої величини. Відсутність тактильного зворотного зв'язку вимагала від виконавця надзвичайної дисципліни тіла, перетворюючи гру на своєрідний статичний танець.

Культурна рецепція терменвокса пройшла шлях від захоплення музикою сфер до асоціації з іншим (the Other). У кінематографі 1940-50-х років (наприклад, у фільмі *The Day the Earth Stood Still* або *Spellbound*) вібруючий звук терменвокса став акустичним маркером психологічного розладу або інопланетного вторгнення. Це відображало суспільний страх перед невидимими силами технології в епоху Холодної війни.

Після Другої світової війни центр розвитку електронної музики перемістився до Європи, де вона розділилася на дві ворогуючі філософські школи. Цей розкол був не лише естетичним, а й глибоко ідеологічним, відображаючи різні стратегії роботи з історичною пам'яттю та травмою війни.

У Парижі, в надрах французького радіо (RTF), П'єр Шеффер розробив концепцію конкретної музики (*Musique Concrète*). Його підхід полягав у використанні записаних звуків реального світу — гуркоту поїздів, людських голосів, природних шумів — як сирого матеріалу для композиції.

Шеффер прагнув досягти акустичного досвіду, термін, запозичений у піфагорійців, які слухали лекції вчителя з-за ширми. Мета полягала в тому, щоб

приховати джерело звуку, змусивши слухача сприймати звук як самодостатній об'єкт (*l'objet sonore*), відірваний від своєї причини. Магнітофонна плівка стала інструментом, що дозволив заморозити час. Звук, який раніше був ефемерною подією, став матеріальним об'єктом, який можна різати, склеювати, розвертати задом наперед і змінювати швидкість[22].

**Психоаналітичний інсайт:** Філософію *Musique Concrète* можна інтерпретувати як спробу реконструкції культури з уламків зруйнованого світу. Франція, що пережила окупацію і фізичне руйнування, зверталася до архівування та реорганізації наявної реальності. Композитор виступав у ролі бриколажника, що збирає нові смисли з фрагментів буденності.

На противагу французам, кельнська школа (WDR Studio), заснована Гербертом Аймертом і згодом очолювана Карлгайнцом Штокгаузенем, сповідувала радикальний пуризм. *Elektronische Musik* категорично відмовлялася від використання будь-яких мікрофонних записів, вважаючи їх носіями небажаних асоціацій. Єдиним легітимним джерелом звуку вважався електронний генератор синусоїдальних хвиль.

**Філософський інсайт:** Цей підхід був прямим відображенням німецької концепції *Stunde Null* (Нульова година) — прагнення до повного розриву з минулим, яке було морально і культурно скомпрометоване нацизмом. Синтез звуку з нуля, починаючи з елементарної синусоїди, символізував створення нового, ідеально раціонального світу, вільного від історичного багажу[23].

Штокгаузен та його колеги застосовували принципи тотального серіалізму, поширюючи математичну організацію додекафонії на всі параметри звуку: висоту, тривалість, гучність і тембр. Це була спроба виключити суб'єктивізм та емоційний пафос, замінивши їх структурною досконалістю.

З часом жорстка ідеологічна межа між Парижем і Кельном стерлася. Шедевр Штокгаузена *Gesang der Jünglinge* (Спів юнаків, 1956) став поворотним

моментом, об'єднавши синтезовані електронні звуки з записаним і модифікованим голосом хлопчика, що читає біблійний текст. Цей твір довів, що найбільша виразність досягається не в стерильності чистого тону, а в діалектичній напрузі між абстракцією та людською присутністю.

Ця епоха також подарувала світу фігуру Едгара Вареза як батька електронної музики, який, не належачи до жодної зі шкіл, реалізував свою мрію про звільнення звуку у *Poème électronique* (1958) для павільйону Philips, створивши просторову звукову інсталяцію, що передбачила сучасні імерсивні технології.

Паралельно з європейськими студіями, у США розвивалася унікальна традиція, що спиралася на кібернетику та індивідуалізм зроби сам (DIY).

У Нью-Йорку подружжя Луїс та Бебе Баррон створили одну з перших приватних студій електронної музики. Натхненні книгою Норберта Вінера про кібернетику, вони підходили до створення схем не як інженери, а як біологи. Баррони створювали електронні ланцюги, які функціонували як живі організми: вони мали свій життєвий цикл, реагували на стимули та часто вмирили (перегорали) в процесі запису.

Їхній саундтрек до фільму *Forbidden Planet* (1956) став першим повністю електронним саундтреком в історії кіно. Звуки, що нагадували булькання, вищання та пульсацію, ідеально передавали атмосферу іншопланетного розуму Креллів. Баррони використовували зворотний зв'язок (feedback loops) як основний метод генерації, дозволяючи системам досягати нестабільних станів.

Альвін Люсьє (Alvin Lucier) пішов ще далі у інтеграції людської фізіології та електроніки. Його робота *Music for Solo Performer* (1965) використовувала електроенцефалограму (ЕЕГ) для зчитування альфа-хвиль мозку виконавця, які потім підсилювалися і приводили в дію перкусійні інструменти через гучномовці. Це був акт радикального розширення поняття виконавства: музика народжувалася не з фізичного жесту, а з ментального стану спокою. Люсьє

демонстрував, що електронна музика може бути не лише про машини, а й про дослідження прихованих резонансів людського тіла та природи.

У 1960-х роках розробка модульних синтезаторів у США призвела до виникнення двох відмінних філософій взаємодії людини та машини, відомих як парадигми Східного (Moog) та Західного (Buchla) узбережжя. Цей поділ визначив те, як ми взаємодіємо з синтезаторами донині.

Поки в США розвивалася культура синтезаторів, у Європі грецький архітектор і композитор Яніс Ксенакіс запропонував інший шлях — використання високої математики та архітектурного мислення в музиці.

У своїй фундаментальній праці *Formalized Music* (Формалізована музика), Ксенакіс критикував серіалізм за його лінійність і запропонував стохастичну музику. Використовуючи теорію ймовірностей, теорію множин та закон великих чисел, він працював зі звуковими хмарами та масами, де поведінка окремого звуку (або інструменту) не має значення, важлива лише статистична поведінка цілої маси — подібно до того, як ми сприймаємо шум натовпу або звук дощу.

Ксенакіс також був піонером комп'ютерної музики. Його програма GENDY (GENeration DYnamique) використовувала стохастичні алгоритми для прямого синтезу звукових хвиль, створюючи жорсткі, непередбачувані текстури, які неможливо було отримати на аналогових синтезаторах[35]. Його підхід, що поєднував архітектуру (будівництво павільйону Philips разом з Ле Корбюзьє) і музику, продемонстрував, що звук може бути спроектований як фізичний простір.

У 1979 році Браян Іно прочитав лекцію Студія як композиційний інструмент, яка підсумувала тиху революцію, що відбувалася в звукозаписі. Традиційно студія розглядалася як місце для документації виконання — мета полягала в тому, щоб максимально точно зафіксувати, як гурт грає в кімнаті.

Іно зазначив, що запис перетворив музику з часового мистецтва на просторове. Як тільки ви записуєте музику, ви переводите її з виміру часу у

вимір простору, — стверджував він. Це дозволило композиторам слухати матеріал багаторазово, помічати деталі, недоступні при одноразовому виконанні, і маніпулювати звуком як пластичною глиною.

Багатоканальний запис знищив диктат лінійного виконання. Композитор більше не мусив уявляти весь твір у голові перед записом; він міг будувати його ітеративно, шар за шаром. Це змінило когнітивний процес творчості: від моделі задум -> партитура -> виконання до моделі експеримент -> запис -> відбір -> монтаж[40]. Продюсери (особливо в даб-реггі та пізніше в хіп-хопі) почали використовувати мікшерний пультик як інструмент, граючи на фейдерах, додаючи ефекти реверберації та ділею, створюючи акустичні простори, що не існують у фізичній реальності[41].

### **Індустріалізація ритму**

З появою техно та хаус музики у 1980-х роках (Детройт, Чикаго) електронна музика набула нових соціальних функцій, тісно пов'язаних з індустріальною спадщиною цих міст.

Соціологи вказують на парадоксальний зв'язок між механічним ритмом електронної танцювальної музики та ритмами фабричного виробництва. Повторення (loop) в техно нагадує про дисциплінарні ритми конвеєра (Фордизм) та оптимізацію рухів (Тейлоризм), де тіло людини підпорядковується машині.<sup>42</sup> Проте, в контексті рейву відбувається реклеймінг (повернення собі) цього механічного ритму. Те, що на фабриці було інструментом гноблення та відчуження, на танцполі стає інструментом колективної емансипації та трансу.

Гурт Kraftwerk свідомо грав з образом Людини-Машини (*The Man-Machine*), естетизуючи роботизацію та стираючи межу між виконавцем і його інструментами. Це відображало перехід до пост-індустріального суспільства, де технологія стає невід'ємною частиною людської ідентичності.

У сучасну епоху пост-фордизму, коли праця стає нематеріальною та

когнітивною, електронна музика ілюструє кризу вимірювання цінності.<sup>46</sup> Робота діджея чи продюсера не вимірюється фізичними зусиллями, а здатністю керувати потоками афектів та інформації в реальному часі. Луп в цьому контексті стає метафорою замкненого циклу виробництва та споживання, де повторення саме по собі стає джерелом задоволення, заперечуючи класичну нарративну структуру з початком, розвитком та кінцем.

### **Децентралізація засобів виробництва**

Якщо в епоху *Musique Concrète* доступ до студії мали лише обрані інституціями композитори, то сьогодні спальний продюсер (*bedroom producer*) має у своєму ноутбучі потужності, що перевищують можливості студій BBC 1960-х років. Це призвело до безпрецедентної демократизації творчості, але водночас створило проблему перенасичення ринку та кризи уваги.

В соціологічному плані це явище призвело до розмивання кордонів між професіоналом та аматором. Бар'єри входу знизилися, але алгоритми стрімінгових платформ створили нові форми нерівності (*dual-track inequality*), де успіх залежить не лише від таланту, а й від розуміння цифрової екосистеми.

Цікавим культурним феноменом стала естетика програмних інтерфейсів. Багато сучасних плагінів використовують скевоморфізм — візуальну імітацію старих аналогових приладів з намальованими ручками, стрілочними індикаторами та навіть текстурою потертість металу[41]. Більше того, цифрова чистота звуку почала сприйматися як стерильна та холодна. Розробники почали спеціально додавати алгоритми, що імітують шум плівки, гармонічні спотворення ламп та нестабільність висоти тону, щоб повернути музиці втрачену теплоту та автентичність[51]. Це свідчить про те, що навіть у повністю цифровому світі ми все ще тужимо за недосконалістю матеріального світу.

### **Штучний інтелект та кінець антропоцентризму**

Сьогоднішня ера знаменує замикання історичного кола. Від механічної

автоматизації Тельгармоніуму та стохастичних експериментів Ксенакіса ми переходимо до етапу генеративного штучного інтелекту (GenAI).

Історія алгоритмічної композиції сягає Музичної гри в кості (*Musikalisches Würfelspiel*) Моцарта (1787), де музика створювалася шляхом комбінування заздалегідь написаних фрагментів за результатами кидання кубиків[52]. У ХХ столітті Леджарен Хіллер та Леонард Айзексон створили *Illiad Suite* (1957) — перший твір, повністю згенерований комп'ютером на основі правил[53].

Однак сучасні системи, такі як моделі 2024-2025 років (Suno V3, DiffRhythm), працюють на принципово іншому рівні. Вони використовують глибоке навчання (Deep Learning), трансформери та дифузійні моделі для аналізу гігантських масивів аудіоданих[54]. Ці системи не просто комбінують фрагменти, вони вивчають приховані закономірності стилів, тембрів та емоцій, генеруючи нові аудіосигнали, що невідрізненні від створених людиною. Наприклад, модель *DiffRhythm* (2025) здатна генерувати повноцінні пісні з вокалом та акомпанементом довжиною до 5 хвилин за лічені секунди.

Це технологічне диво породжує глибоку онтологічну та юридичну кризу.

- **Авторство:** Хто є автором твору, створеного ШІ за текстовим промптом? Чи є це творчість, чи складний плагіат?[56].

- **Навчання на даних:** ШІ моделі навчаються на захищених авторським правом творах людей без їхньої згоди та компенсації. Це створює етичну проблему експлуатації людської творчості для створення машин, які можуть цю творчість замінити[57].

- **Роль людини:** Музикант перетворюється з творця звуку на оператора промптів або куратора, що відбирає кращі варіанти з генерованого потоку. Це нагадує пророцтво Браяна Іно про садівника, але в масштабах, які загрожують суб'єктності митця[33].

Ми рухаємося до ери гіпер-персоналізованого генеративного потоку, де музика створюватиметься в реальному часі для конкретного слухача,

враховуючи його контекст, біометричні дані та настрої. Це може призвести до зникнення спільного культурного простору (спільних хітів), замінивши його індивідуальними звуковими бульбашками, що остаточно реалізує утилітарну функцію музики як нейростимулятора.

## **1.2 Еволюція аналогових синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики**

### **Філософія звуку піонерів. Зародження двох парадигм синтезу (1960-ті рр.)**

На світанку комерційного синтезу, у середині 1960-х років, двоє інженерів, що працювали на протилежних узбережжях США, незалежно один від одного заклали фундаментальні основи електронного звукоутворення. Хоча Роберт Муг (Robert Moog) у Нью-Йорку та Дон Букла (Don Buchla) у Каліфорнії використовували схожі базові технології, їхні філософські відповіді на питання Чим має бути синтезатор? кардинально відрізнялися. Ця дихотомія, що згодом отримала назву Східне узбережжя (Moog) проти Західного узбережжя (Buchla), визначила не лише інженерні підходи, але й музичні жанри, що виникли внаслідок їхнього застосування.

#### **Східне узбережжя (Moog): Музичність та субтрактивний підхід**

Філософія Роберта Муга була глибоко прагматичною, орієнтованою на створення інструменту для вже існуючих музикантів. Його підхід, що характеризувався надійністю та ефективністю, полягав у тому, щоб надати клавішникам новий тембральний інструмент, який би інтегрувався у традиційні музичні практики.

Технологічно, парадигма Східного узбережжя є синонімом

**субтрактивного синтезу.** Ця архітектура має чіткий лінійний потік сигналу:

1. **Генерація:** Осцилятор, керований напругою (VCO), генерує багату на гармоніки хвилю (зазвичай пилоподібну, квадратну або синусоїдальну).

2. **Фільтрація:** Сигнал проходить через фільтр, керований напругою (VCF), який віднімає (субтрактивно видаляє) певні частоти для формування тембру.

3. **Амплітуда:** Нарешті, підсилювач, керований напругою (VCA), контролює гучність звуку в часі, зазвичай за допомогою генератора огинаючої (ADSR).

Ключовим ідеологічним рішенням Муга було використання **традиційної 12-тонової клавіатури**. Цей інтерфейс миттєво зробив інструмент зрозумілим і доступним для музикантів, дозволяючи їм грати мелодії та акорди у звичний спосіб. Саме цей вибір забезпечив комерційне домінування Moog.

Цей підхід був легітимізований альбомом Венді Карлос (Wendy Carlos) **Switched-On Bach (1968)**. Цей запис, що складався з творів Баха, виконаних виключно на модульному синтезаторі Moog, став несподіваним бестселером і здобув три премії Греммі. Switched-On Bach довів світові, що синтезатор є не просто генератором дивних звуків для наукової фантастики, а серйозним, музично багатим інструментом.

### **Західне узбережжя (Buchla). Експерименталізм та звуковий скульптуринг**

Якщо Муг створював інструмент для традиційної музики, то Дон Букла, працюючи в середовищі контркультури Сан-Франциско, прагнув створити пристрій для дослідження свідомості та невідомих звукових ландшафтів. Його філософія полягала не в імітації існуючого, а в *відкритті* нового; синтез як процес дослідження, а не виконання.

Технологічно, Західне узбережжя (зокрема, синтезатор Buchla 100, а

пізніше 200 series) відкидає субтрактивну логіку. Натомість воно використовує адитивні методи та **хвильове формування (wave folding)**. Прості хвилі (як синусоїда) збагачуються гармоніками шляхом їх складання та модуляції.

Замість тандему VCF-VCA, Букла винайшов **Low Pass Gates (LPGs)**. LPG — це унікальний модуль, що поєднує функції фільтра та підсилювача: він одночасно контролює і яскравість (тембр), і гучність. Це створює характерний органічний, перкусивний звук із природним загасанням, що нагадує звучання бонго чи маримби.

Найбільш радикальним рішенням Букли була **принципова відмова від 12-тонової клавіатури**. Він вважав, що клавіатура обмежує музиканта традиційними рамками і змушує відтворювати музику, яку вже писали раніше. Натомість він пропонував **ємнісні сенсорні контролери** та складні секвенсори, які реагували на площу та тиск дотику. Це заохочувало до створення нелінійних, атональних та еволюціонуючих звукових структур.

Маніфестом цього підходу став альбом **Мортон Суботніка (Morton Subotnick) Silver Apples of the Moon (1967)**, створений на замовлення для синтезатора Buchla 100. Цей твір вважається першим в історії альбомом, створеним виключно на синтезаторі і призначеним для комерційного релізу. Його академічне, бунтарське звучання, наповнене несподіваними ритмами, справило величезний вплив на авангардну сцену. Іронічно, коли Суботнік увімкнув цей запис у нічному клубі, аудиторія почала танцювати, що ставить питання про те, чи не був цей академічний експеримент випадковим народженням електронної танцювальної музики.

Цей початковий філософський розкол 1960-х років мав далекосяжні наслідки. Обравши клавіатуру, Моог забезпечив комерційний успіх і визначив, що таке синтезатор для масового ринку на наступні двадцять років. Майже всі успішні інструменти 1970-х (Minimoog, ARP Odyssey, Prophet-5) наслідували парадигму Східного узбережжя. Філософія Західного узбережжя залишилася в

академічній та авангардній ніші, практично зникнувши з ринку аж до її несподіваного відродження на початку 21 століття з появою модульного формату Eurorack.

### **Еволюція аналогових синтезаторів (1970–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів**

1970-ті роки стали свідками переходу синтезатора зі статусу громіздкої студійної шафи в портативний та виразний музичний інструмент. Ця еволюція, що базувалася на філософії Східного узбережжя Муга, каталізувала виникнення нових музичних жанрів.

#### **Моог. Кодифікація жирного аналогового звуку та народження соліста**

Револуція відбулася в 1970 році з випуском **Minimoog Model D**. Це був перший інтегрований, портативний та відносно доступний синтезатор. Його почали продавати у звичайних музичних магазинах, що остаточно перетворило синтезатор з лабораторного обладнання на інструмент для виступів. Його архітектура стала золотим стандартом монофонічного синтезу: три потужні осцилятори (VCO) та 4-полюсний фільтр VCF з крутизною зрізу 24 дБ/октаву.

Три осцилятори дозволяли створювати неймовірно жирний звук, злегка розстроюючи їх один відносно одного. Однак, визначальний жирний і потужний звук Minimoog, як виявилось, не був результатом точного розрахунку. Він став наслідком щасливої випадковості — схемотехнічної помилки. Інженер Моог, Джим Скотт (Jim Scott), під час розробки допустив прорахунок, який призвів до ненавмисного перевантаження (overdrive) схеми фільтра на 10-15 дБ. Коли помилку помітили, перша партія інструментів вже була у виробництві, і музиканти в один голос заявили: Нічого не змінюйте!. Саме це ненавмисне насичення та легка компресія надали Minimoog його легендарний, теплий і агресивний характер, який неможливо було відтворити на інших інструментах.

Іншою ключовою інновацією стало **колесо пітч-бенду (pitch wheel)**, розроблене Біллом Хемсатом (Bill Hemsath). До цього клавішники могли грати лише дискретні ноти. Колесо пітчу вперше дозволило їм згинати ноти з плавною, вокальною експресією, раніше доступною лише гітаристам та саксофоністам. Цей елемент, у поєднанні з прорізним жирним звуком, створив новий архетип у музиці — **клавішного героя**. Minimoog дав клавішникам інструмент для виконання віртуозних, експресивних сольних партій, що могли конкурувати з гітарними соло.

### **Minimoog у жанровому контексті. Прог-рок та Фанк**

Архітектура Minimoog виявилася настільки вдалою, що стала визначальною для двох абсолютно різних музичних амплуа 1970-х років: віртуозного соліста у прог-році та ритмічного фундаменту у фанку.

- **Прогресивний рок:** Minimoog став головним сольним голосом жанру.
  - **Кіт Емерсон (Emerson, Lake & Palmer):** Хоча він прославив гігантський Moog Modular своїм соло у Lucky Man (1970), Minimoog став його основним інструментом на сцені для миттєвого доступу до сольних тембрів.
  - **Рік Уейкман (Yes):** Уейкман був справжнім амбасадором Minimoog, володіючи дев'ятьма оригінальними Model D. Він використовував їх для створення фірмових швидкісних, прорізних сольних партій в альбомах *Fragile* та *Close to the Edge*. Він цінував інструмент за його безпосередність і звук, свідомо відмовляючись від складніших модульних систем, таких як ARP.
- **Фанк та Соул:** У цьому жанрі Minimoog використовувався у протилежному регістрі, фактично винайшовши синтезаторний бас.
  - **Стіві Вандер:** Створив одну з найвпізнаваніших бас-ліній в

історії попмузики на Minimoog у треку Boogie On Reggae Woman.

- **Берні Воррелл (Parliament-Funkadelic):** Став архітектором P-Funk басу. Його майстерне використання швидких огинаючих фільтра VCF для створення перкусивного, булькаючого басового звуку, зокрема у Flashlight, стало основою фанку, а згодом — G-Funk у хіп-хопі.

Таким чином, унікальність Minimoog полягає в його здатності одночасно визначати два полярні, але однаково впливові музичні амплуа: експресивний, мелодійний сольний голос прог-року та ритмічно-важку басову основу фанку.

### **ARP Instruments. Інновації, конкуренція та інший звук**

Головним конкурентом Moog у 1970-х роках була американська компанія ARP Instruments, заснована Аланом Р. Перлманом (Alan R. Pearlman). Інженерна філософія ARP була зосереджена на стабільності осциляторів — що було відомою слабкістю ранніх Moog — та більшій гнучкості модуляції.

- **ARP 2600 (1971):** Напівмодульний дизайн, який став стандартом в освітніх закладах та студіях завдяки своїй гнучкості та зрозумілій архітектурі.

- **ARP Odyssey (1972):** Був прямою відповіддю на Minimoog. Він пропонував низку інновацій, яких бракувало Minimoog: дуофонію (можливість грати дві ноти одночасно), модуль Sample & Hold, осциляторну синхронізацію (Osc Sync) та кільцеву модуляцію.

Звук ARP описувався як сирий, агресивний та різкий, що різко контрастувало з гладким, теплим і жирним звуком Moog. Ця відмінність була не лише естетичним вибором, але й, можливо, наслідком **війни фільтрів**. Ранній фільтр ARP (Model 4012), що використовувався в 2600, настільки вдало копіював патентовану драбинну схему Moog, що звучав практично ідентично. Після розмови між Бобом Мугом та Аланом Перлманом та взаємних погроз судових позовів, ARP були змушені змінити дизайн. Новий фільтр (Model 4072)

мав іншу конструкцію і, на думку багатьох, слабший і тонший звук. Це змусило ARP розвивати власний звуковий характер, який, завдяки таким функціям, як Osc Sync, став більш агресивним і менш гладким, ніж у Moog.

Ця гнучкість та агресивний звук зробили ARP вибором для джаз-ф'южн музикантів, таких як **Гербі Генкок (Herbie Hancock)** в епоху *Sextant* та *Head Hunters* та **Джо Завінул (Joe Zawinul)**.

Синтезатори ARP також продемонстрували свою цінність не лише як інструменти, але і як потужні **студійні процесори**. Це спростовує поширений попкультурний міф про те, що знамениті ритмічні імпульси в треках The Who Baba O'Riley та Won't Get Fooled Again були створені секвенсером ARP. Насправді, джерелом звуку був орган Lowrey Berkshire Deluxe. Синтезатор (ARP 2500 або EMS VCS3) використовувався як зовнішній ефект: аудіосигнал органу пропускався через VCF та VCA синтезатора, щоб створити пульсуючий, заїкаючий ефект.

### **Roland. Становлення японського ринку та закладення основ синт-попу**

У 1972 році в Осаці була заснована Roland Corporation, яка швидко стала третім великим гравцем на ринку. Їхній перший масовий синтезатор, SH-1000 (1973), став першим в Японії. Як і американські конкуренти, Roland розробляли як великі модульні системи (System 700, System 100), так і компактні моно-синтезатори серії SH.

Проривом для Roland став **Jupiter-4 (1978)**. Це був один із перших доступних поліфонічних синтезаторів на ринку. Доступність японських інструментів стала несподіваним економічним рушієм для цілого жанру. Наприкінці 1970-х, молоді британські пост-панк гурти шукали нові звуки, але не мали бюджету на дорогі американські полісинтезатори, як Prophet-5. Ранні **The Human League** (на альбомах *Reproduction* та *Travelogue*) знайшли своє холодне,

крижане звучання саме завдяки використанню доступнішого **Roland System 100**. Згодом Jupiter-4 став визначальним для **Гері Ньюмана (Gary Numan)**, ранніх **Depeche Mode** та нової поп-версії Human League (наприклад, у Don't You Want Me). Таким чином, характерний звук британського синт-попу був визначений не лише естетичним вибором, але й економічною необхідністю, що змусила артистів використовувати інструменти Roland.

### **Кінець епохи (1978–1980): Перехід до поліфонії та програмованості**

Кінець 1970-х ознаменувався фундаментальним технологічним зсувом. До 1978 року синтезатори були переважно монофонічними, обмежуючи клавішників роллю солістів або басистів. Поява поліфонії дозволила грати акорди, трансформуючи роль синтезатора.

- **Sequential Circuits Prophet-5 (1978):** Цей інструмент, розроблений Дейвом Смітом (Dave Smith) та Джоном Боуеном (John Bowen), змінив правила гри. Його ключова інновація була не стільки в самій поліфонії (яка вже існувала, наприклад, у Yamaha CS-80), скільки у використанні **мікропроцесора для зберігання та миттєвого виклику налаштувань (патчів)**. До Prophet-5, щоб змінити звук, потрібно було вручну відбудувати десятки ручок, що робило синтезатори непередбачуваними в умовах концерту чи швидкої студійної роботи. Пам'ять патчів перетворила синтезатор з експериментального приладу на надійний студійний інструмент, що зробило його вибором для поп-продюсерів 1980-х та кінокомпозиторів, як-от **Джон Карпентер (John Carpenter)**.

- **Oberheim OB-X (1979):** Том Оберхайм (Tom Oberheim), який раніше створював поліфонічні синтезатори шляхом об'єднання окремих модулів \$SEM\$ (Synthesizer Expander Module), випустив інтегрований OB-X. Цей інструмент став відомим своїм потужним, широким брас (духовим) звуком. Його використали **Queen** (це був перший синтезатор, який гурт дозволив на

своїх альбомах, починаючи з *The Game*), **Prince**, **Rush** та **Madonna**.

Цей перехід від монофонії до поліфонії наприкінці 1970-х був не просто технологічним оновленням; це була функціональна трансформація. Роль синтезатора в гурті змістилася від мелодійного голосу (як у Ріка Уейкмана) до гармонійного фундаменту (педи та акорди), що заклало звукову основу для всієї попмузики 1980-х років.

### **Порівняльний схемотехнічний аналіз фільтрів 1970-х**

Звуковий характер, що визначив жанри 1970-х, значною мірою залежав від філософії дизайну фільтрів — центрального елементу субтрактивного синтезу. Два основні конкуренти, Moog та Oberheim, пропонували кардинально різні підходи, які були зумовлені різним музичним призначенням їхніх інструментів.

#### **Moog 24 дБ Transistor Ladder Filter**

- **Характер:** Жирний, соковитий, теплий, музичний.
- **Схемотехніка:** 4-полюсний (крутизна зрізу 24 дБ/октаву) транзисторний драбинний фільтр (Transistor Ladder Filter).
- **Поведінка резонансу:** Ключова звукова особливість: при збільшенні резонансу (Emphasis) для створення характерного співучого звуку, фільтр Moog помітно **послаблює низькі частоти**. Це робить звук тоншим, але водночас фокусує всю енергію на частоті зрізу.
- **Підсумок:** Це драматичний, експресивний фільтр, що ідеально підходив для монофонічних завдань. Втрата басу при високому резонансі не була проблемою, а перевагою, оскільки дозволяла сольним партіям прорізатися крізь мікс, не створюючи бруду в низькочастотному діапазоні.

#### **Oberheim 12 дБ State-Variable Filter (SEM)**

- **Характер:** Яскравий, повітряний, ніжний, багатий на гармоніки.

- **Схемотехніка:** 2-полюсний (м'якший зріз 12 дБ/октаву) мультирежимний фільтр зі змінним станом (State-Variable Filter, SVF). На відміну від Moog (лише Low Pass), SVF міг плавно переходити між режимами Low Pass, High Pass, Band Pass та Notch (режим пригнічення).

- **Поведінка резонансу:** Ключова відмінність: при збільшенні резонансу фільтр SEM **не послаблює низькі частоти**.

- **Підсумок:** Це був ідеальний фільтр для поліфонічної роботи. Його здатність зберігати низькі частоти при резонансі та гнучка мультирежимність дозволяли створювати складні, мерехтливі педи (pads) та широкі брас-акорди, які б звучали занадто тонко або нерозбірливо на фільтрах Moog.

Дихотомія фільтрів Moog та Oberheim є яскравим прикладом інженерного принципу форма слідує за функцією. Технологія фільтрів розвивалася паралельно з музичною функцією синтезатора: від мелодії (Minimoog) до гармонії (OB-X).

### **1.3. Жанрова специфіка застосування аналогового обладнання в контексті сучасної електронної сцени**

Цей підрозділ досліджує фундаментальний зв'язок між вибором специфічного аналогового обладнання та формуванням звукової ідентичності в трьох виразних жанрах сучасної електронної сцени. Аналіз виявляє фундаментальну дихотомію в сучасному застосуванні аналогових технологій, що розгалужується на два основні філософські підходи:

**Пошук непередбачуваності (Modular Techno та Ambient):** У цих жанрах перевага надається модульному аналогу, зокрема формату Eurorack. Тут обладнання використовується для досягнення генеративності, нелінійності та органічної еволюції звуку. Інструмент розглядається не як програмований

автомат, а як жива, квазі-хаотична система, яку виконавець скеровує або культивує, а не жорстко контролює.

**Реконструкція та ностальгія (Synthwave):** Цей жанр, навпаки, спирається на вінтажний (немодульний) аналог, зокрема поліфонічні синтезатори 1970-х та 1980-х років. Метою є ностальгічне відтворення та кураторська реконструкція специфічної, добре відомої кінематографічної палітри.<sup>1</sup> У цьому контексті інструмент виступає не як джерело хаосу, а як носій історичної звукової ДНК, що забезпечує автентичність.

Наступні розділи детально аналізують, як ці дві філософії реалізуються через конкретні технологічні рішення та робочі процеси артистів.

### **Modular Techno. Органічний гіпноз та контрольований хаос.**

#### **Естетична парадигма сирий, гіпнотичний, органічний звук**

Естетика Modular Techno визначається як пряма опозиція до статичної, ідеальної сітки (grid) цифрових аудіо робочих станцій (DAW). Це цілеспрямований пошук сирого (raw), гіпнотичного (hypnotic) та органічного (organic) звуку. Звуковий ландшафт описується як глибокий та органічний, тому що звуки еволюціонують. На відміну від традиційного техно, де лупи можуть бути статичними, тут центральною метою є створення довгих еволюціонуючих секвенцій. Це досягається через цілеспрямоване включення шуму та текстур та використання технік, що імітують фізичну нестабільність. Мета полягає в тому, щоб змусити звуки відчуватися живими.

Цей підхід є настільки визначальним, що навіть артисти, які працюють переважно в цифровому середовищі (наприклад, Ableton Live), прагнуть емулювати модульний процес. Вони використовують цифрові інструменти, такі як вбудовані крокові секвенсори, не лише для нот, але й для модуляції параметрів синтезатора, імітуючи те, як би ви це робили на модульному сетапі. Це встановлює чітку ієрархію: аналоговий модульний звук є еталоном, а

цифровий – імітацією.

Таким чином, використання модульних синтезаторів у цьому жанрі є не просто технічним, а філософським вибором. Це свідомо відмова від цифрової досконалості та стерильності ідеально квантованих лупів на користь органічної непередбачуваності. Сирий (raw) звук – це не просто відсутність чистоти чи побічний ефект, а цілеспрямоване впровадження варіативності та життя в механістичну структуру техно.

### **Філософія та робочі процеси ключових артистів (Case Studies)**

Дослідження робочих процесів провідних артистів виявляє цілий спектр інтеграції аналогового обладнання, від чистої імпровізації до складних гібридних студійних методів.

- **Surgeon (Anthony Child):** Вважається одним із піонерів мінімалістичного, гіпнотичного техно. Його філософія дедалі більше зосереджується на живій імпровізації. Він використовує модульний сетап і, що показово, відмовився від студії (ditched the studio) для запису альбому *Crash Recoil*, використовуючи виключно настільний живий сетап (tabletop live setup). Його спільні виступи з Lady Starlight описуються як грузові модульні техно-імпровізації. Примітно, що його звуковий почерк залишається впізнаваним, незважаючи на постійну еволюцію його обладнання, що свідчить про глибокий зв'язок між філософією артиста та можливостями інструменту.

- **Blawan (Jamie Roberts):** Відомий своїми темними, громіздкими творами модульного техно. Його псевдонім Kilner народився під час експериментів з новим обладнанням, що мало характерний сирий, грубий звук (raw, gritty sound). На відміну від пуризму Surgeon, Blawan використовує виразно гібридний робочий процес. Він володіє масивним модульним сетапом, але використовує його як генератор тембрів та лупів.

Він джемить на модульних інструментах, записує аудіодоріжки, а потім переносить в Ableton для подальшого аранжування та продюсування. Цей ітеративний процес (DAW + зовнішнє обладнання + ресемплінг) є центральним для його творчості. Blawan також відомий своїми суто апаратними живими виступами у складі дуету Karenn.

- **Lady Starlight:** Регулярно співпрацює з Surgeon у живих імпровізаційних сетах. Її музичний стиль описується ідентично до філософії жанру: гіпнотичний через повторення та атмосферу. Її підхід демонструє, що модульна естетика не обов'язково вимагає стіни модулів Eurorack. Її сетап характеризується як простий та потужний, зосереджений навколо **Elektron Analog Rytm** – восьмиголосої аналогової драм-машини та семплера.

Аналіз цих трьох артистів демонструє, що Modular Techno – це не монолітний робочий процес, а спектр філософій. Surgeon виступає як пурист-імпровізатор, для якого живий сетап і є студією. Blawan є гібридним прагматиком, для якого модульна система – це генератор тембрів, а DAW (Ableton) – студія для аранжування. Lady Starlight є аналоговим мінімалістом, що досягає тієї ж гіпнотичної мети за допомогою однієї потужної, але немодульної аналогової машини. Спільним знаменником є не виключно модулярність, а відданість аналоговому апаратному джерелу для отримання сирого та гіпнотичного звуку, що підкреслює вибір на користь тембру та непередбачуваності, а не конкретного формату.

### **Генерація та Маніпуляція**

Звукова органічність жанру є прямим наслідком використання специфічних модулів та технік, що свідомо відходять від традиційного субтрактивного синтезу.

#### **1. Генеративні та алгоритмічні секвенсери**

Це механізм, що стоїть за еволюцією патернів. Замість статичних 16-крокових секвенцій, артисти використовують: Евклідові патерни для

створення складних, нетривіальних ритмів. Імовірність (Probability) та рандомізацію, що дозволяє секвенції ніколи не повторюватися ідентично. Поліметрію та поліритмію для створення розшарованого, гіпнотичного відчуття. Алгоритмічні генератори, такі як Noise Engineering Numeric Repetitor. Цей модуль є ідеальним прикладом: він створює ритми не за введеною програмою, а на основі простих чисел та бінарної арифметики. Це дозволяє легко створювати варіації на льоту під час джему.

## 2. Функціональні генератори (Make Noise Maths)

Цей модуль є квінтесенцією eurorack і часто описується як Excel для модулярів. Він рідко є джерелом звуку, але є ключовою утилітою для додавання органічного руху та модуляції. Його канали можуть бути генераторами огинаючих (Envelope), LFO, генераторами ковзання (Slew Generator) або навіть використовуватися для створення жирних барабанів (Fat Drums). У контексті техно, його критично важлива функція – емуляція сайдчейн-компресії (Side Chain Compression) шляхом інвертування огинаючої від кіка та використання її для модуляції VCA інших звуків.

## 3. Синтез Західного узбережжя (West Coast Synthesis) як джерело тембру

Екосистема модульного техно є свідомою відмовою від традиційного (East Coast, Moog-style) субтрактивного синтезу.

- *Традиційний ланцюг:* Осцилятор (VCO) -> Фільтр (VCF) -> Підсилювач (VCA). Фільтр віднімає гармоніки.

- Ланцюг Modular Techno, що спирається на філософію Західного узбережжя, виглядає інакше: Генеративний секвенсер (напр., Numeric Repetitor) -> Осцилятор (VCO) -> Вейвфолдер (Wavefolder) -> Low Pass Gate (LPG).

Це повний парадигмальний зсув:

- **Вейвфолдери (Wavefolders):** Є повною протилежністю

фільтру. Вони *додають* гармоніки, згортаючи (folding) хвилю, коли вона досягає певного порогу. Це створює агресивні, сирі, металеві текстури, що ідеально підходять для industrial та raw techno. Сирий, грубий звук, якого шукав Blawan, є прямим наслідком цього процесу, що підтверджується його вибором специфічних модулів дисторшну, як-от TouellSkouarn Strakal Brulu 2.

- Low Pass Gates (LPGs): Є основою синтезу Західного узбережжя. LPG поєднує в собі функції VCF та VCA. Вони використовують вактроли (vactrols) – оптоізолятори, що мають повільну, нелінійну реакцію – для створення природного загасання. Це дозволяє імітувати органічні перкусійні тембри, як-от конги, бонго. Це і є той самий знаменитий Buchla bongo звук.

Таким чином, підхід Західного узбережжя є прямою причиною, чому музика звучить органічно та сиро. Фільтр (вейвфолдер) додає гармоніки замість того, щоб їх прибирати, а підсилювач (LPG) забарвлює звук, імітуючи акустичну поведінку, замість того, щоб просто контролювати гучність.

## **Synthwave. Аналогова ностальгія та естетика Neon Noir.**

### **Естетика кінематографічної реконструкції**

На відміну від техно, що шукає нові органічні форми, естетика Synthwave є відкрито кінематографічною та ностальгічною. Вона описується термінами Neon Noir (Неоновий Нуар), 80s Aesthetic, ретро-футуристичний та визначається похмурими басовими лініями, кінематографічними текстурами. Цей жанр не просто натхненний, а прямо пов'язаний зі звуковими палітрами композиторів, як-от Вангеліс (Vangelis) та Джон Карпентер (John Carpenter), а також сучасними фільмами, що їх наслідують, як-от *Drive* та *Blade Runner*.

Це означає, що Synthwave – це не винахід нових звуків, а кураторська

робота та гіперболізація існуючих. Як влучно зазначає один з аналізів, це веселе спрощення автентичного продакшену 80-х... майже карикатурне з перебільшеними елементами того, як ми пам'ятаємо 80-ті. У цьому контексті аналогове обладнання використовується не для дослідження (як у техно), а для автентичності та реконструкції. Вибір інструменту продиктований не пошуком нового, а бажанням ідеально відтворити відому, ностальгічну палітру.

### **Арсенал ностальгії. Визначальні інструменти**

Ядро звуку Synthwave тримається на великій трійці поліфонічних синтезаторів 1980-х та двох канонічних драм-машинах. Продюсери, такі як Аллен Морган, підкреслюють використання усіх справжніх синтезаторів, включаючи Korg MS-20, ARP Odyssey, Yamaha DX7 та Roland D-50, щоб відповідати інструментам, що використовувалися в ту епоху.

#### **• Поліфонічний Пантеон**

- **Roland Juno-60/106:** Це квінтесенція полісинтезатора для Synthwave. Їхні звукові характеристики чітко розмежовані: Juno-60 описується як тепліший (warmer) і фантастичний для педів. Juno-106, маючи інтеграцію MIDI, відомий своїм приголомшливим басом (earth shattering bass) та здатністю створювати класичні '80s' poly stab sounds (поліфонічні стаб-звуки 80-х), де він перевершує 60-ту модель. Однак, ключовою особливістю обох є шалено пишна схема хорусу (insanely lush chorus circuit), яка є величезною частиною звуку JUNO.

- **Roland Jupiter-8:** Флагманський синтезатор Roland першої половини 80-х. Він є джерелом мерехтливих педів, сміливих лідів та багатих арпеджіо. Його звук визначив звучання артистів від Prince до Duran Duran та Tears for Fears, і він залишається канонічним інструментом для аналогового фанку та synthwave.

- **Oberheim OB-X/OB-Xa:** Відомі своїм фірмовим жирним

теплим звуком, хриплими брасами (fat warm sound, raunchy brass). Між ними існує ключова технологічна відмінність, що впливає на звук: OB-X (1979) використовував дискретні аналогові компоненти, що надавало йому сирий і дикий (raw and wild) звук. Наступний OB-Xa (1981) перейшов на чіпи Curtis SEM, що зробило його звук більш гладким (more smooth). Саме OB-Xa відповідальний за культовий, агресивний брас-стаб, що став синонімом 80-х.

- Ритмічна основа

На відміну від аналогових драм-машин (як 808 або 909), що синтезують звук, ритм Synthwave базується на семплах двох іконічних цифрових драм-машин 80-х:

1. **LinnDrum**
2. Oberheim DMX

Використання семплів (а не оригінального обладнання) цих машин є стандартом де-факто для жанру.

## **Обробка 80-х**

Аналоговий звук Synthwave є настільки ж продуктом аналогової обробки, наскільки й аналогового синтезу. Атмосфера (великі реверберації) походить від специфічних, іконічних студійних технік та зовнішнього обладнання (outboard gear), яке використовував Аллен Морган. Сухий звук Juno – це ще не Synthwave. Juno, пропущений через правильний хорус, у поєднанні з семплом DMX, обробленим Gated Reverb – це Synthwave.

- Gated Reverb (Гейтована реверберація)

Це визначальний звук барабанів 80-х. Його відкриття є одним з найвідоміших прикладів студійної випадковості.

- *Історія:* Ефект був випадково створений у 1979 році інженером Х'ю Педжемом (Hugh Padgham) та продюсером Стівом

Ліллівайтом (Steve Lillywhite) під час сесій альбому Пітера Гебріела *Melt*.

- *Технологія:* Філ Коллінз грав на барабанах для треку *Intruder*. Педжем випадково активував мікрофон Listen Mic (або talkback-мікрофон) на новій консолі SSL 4000. Цей мікрофон, призначений для комунікації, мав вбудований дуже сильний компресор (щоб зробити тиху мову гучною) та noise gate (щоб відсікати шум студії).

- *Ефект:* Компресор витягнув звук кімнати (reverb), а гейт (gate) різко обрізав його хвіст, щойно барабан затихав. Результатом став густий та пробивний звук, що швидко затухав. Цей ефект був негайно використаний на *Intruder* і згодом став візитівкою хіта Коллінза *In the Air Tonight*.

- **Хорус (Roland Dimension-D)**

Якщо хорус Juno був вбудованим ефектом, то Dimension-D був дорогим студійним рековим приладом, що використовувався як звуковий підсолоджувач (go-to sonic sweetener). На відміну від явного гойдання хорусу Juno, Dimension-D створював ефект, що робив треки ширшими, теплішими та краще пристосованими до насиченого стереоміксу. Він відомий своєю легендарною простою 4-кнопковою роботою (де кожна кнопка пропонувала фіксовану варіацію) і використовувався на синтезаторах та басі для додання глибини та простору.

## **Ambient. Генеративні ландшафти та текстурна архітектура.**

### **Естетика еволюціонуючого полотна. Дрони та Текстури**

На відміну від ритмічної структури техно чи мелодійної ностальгії synthwave, жанр Ambient визначається насамперед текстурою та простором. Естетична мета – створення складних дронівих ембієнт-текстур, що генерують самі себе. Це еволюціонуючі дрони та багат шарові, самогенеруючі патчі, що складаються з повільно розгортаючихся текстур та створюють просторові рухи

та дрейфуючі текстури.

У цьому контексті аналоговий модульний синтезатор виконує іншу роль. Він є не просто інструментом (як у Blawan) чи архівом звуків (як у Synthwave); він є **композитором**. Ключові фрази генерують самі себе та самогенеруючі передбачають високий рівень автономії системи. Роль митця зміщується від виконавця до архітектора або садівника, який проектує та налаштовує систему, а потім дозволяє їй еволюціонувати. Це фундаментально інший зв'язок людина-машина, ніж в інших жанрах.

### **Самограючі системи (Generative Patches)**

Центральною ідеєю є генеративна музика – створення самограючих (self-playing) систем, які продукують музику з мінімальним втручанням людини в реальному часі. Такі патчі використовують випадковість, зворотний зв'язок та складну модуляцію для досягнення нескінченної варіативності. Класичним прикладом є знаменитий Krell patch (названий на честь музики з фільму Заборонена планета), що використовує зациклену огинаючу атаку-затухання, яка запускає сама себе та одночасно модулює висоту тону, створюючи нескінченну, непередбачувану мелодію.

Сучасні техніки генеративного ембієнту, які популяризують такі артисти, як Омрі Коен (Omri Cohen), часто зосереджені на трьох китах:

1. **Випадкова секвенція (Random Sequence):** Використання генераторів випадковості, як-от Mutable Instruments Marbles , для створення непередбачуваних, але музично зв'язних мелодій.

2. **Гармонія (Harmony):** Використання квантизаторів для приборкання випадковості, змушуючи ноти потрапляти у визначену гаму чи акорд.

3. **Басовий дрон (Bass Drone):** Створення статичного або повільно еволюціонуючого тонального фундаменту.

Метою такого патчу є не створення готового треку, а створення системи,

що продукує нескінченні, неповторювані варіації. Патч може грати потенційно нескінченно або еволюціонувати годинами. Сам патч і є формою мистецтва. У детальному описі патчу (Haleoda) видно цю архітектуру: Marbles (випадковість) керує Rings (голос), тоді як Beads створює басовий дрон – це самодостатня музична екосистема.

### **Ключові технології. Грануляція та простір**

Два технологічні стовпи визначають звуковий ландшафт сучасного Ambient: гранулярний синтез (для текстури) та апаратна реверберація (для простору).

#### **1. Гранулярний синтез (Дихотомія Mutable Instruments)**

- **Mutable Instruments Clouds:** Це оригінальний модуль гранулярного синтезу, який став де-факто ambient-машиною або складною реверберацією. Його визначальна риса – він має свій власний звук. Він бере вхідний аудіосигнал і перетворює його на пишні текстури, в яких оригінальний звук часто повністю розчиняється у хмарі (cloud). У спільноті його часто описують саме як гранулярний ревербератор.

- **Mutable Instruments Beads:** Це наступник та переосмислення Clouds. Він визначається як гранулярний синтезатор (granular synth) або текстурний синтезатор (texture synthesizer). Ключова відмінність: Beads звучить більше схоже на вихідний матеріал. Він чіткіший (crisper) та має вищу якість звуку. Він також включає цифрові режими емуляції, що дозволяють йому звучати як Clouds або навіть як касетна плівка з її характерними артефактами.

Еволюція від Clouds до Beads символізує зрілість самого жанру. Clouds був настільки популярним, що створив кліше – впізнаваний стандартний ембієнт-звук, який нав'язував свій характер будь-якому сигналу. Розробка Beads, з його вищою точністю та фокусом на збереженні характеру

джерела, демонструє прагнення артистів до більшого контролю та звукової витонченості. Митці перейшли від бажання простого розмивання звуку до використання гранулярного синтезу як точного інструменту (синтезатора), а не просто як ефекту (ревербератора).

## 2. Апаратна реверберація (Архітектори простору)

Вибір ревербератора в Ambient – це фундаментальне художнє рішення, що визначає характер простору. Дві педалі домінують у цій сфері, пропонуючи протилежні естетичні філософії:

- **Strymon BigSky:** Це опція чистого, ясного, яскравого звуку (pristine, clean, and bright). Його характер описують як атмосферний, ефірний, тепліший (atmospheric, ethereal, warmer). Він відомий своєю прозорістю та красою. Його найвідоміший алгоритм – Shimmer (мерехтіння), що додає до хвоста реверберації гармоніки, зсунуті на октаву вгору.

- **Eventide Space (або H9/Blackhole):** Це опція темного, атмосферного, експериментального звуку (dark, atmospheric, experimental). Його характер описують як темніший, більш грубий і реалістичний, холодніший. На відміну від BigSky, Eventide виходить далеко за межі пишних реверберацій на територію FX (спецефектів). Його фірмові алгоритми – Blackhole (величезний, нескінченний, неземний простір) та Mangledverb (реверберація + дисторшн).

Дискусія Strymon vs. Eventide є центральною для спільноти і демонструє, що вибір ревербератора – це не технічне, а художнє рішення про те, яким буде простір: чистим і небесним (Strymon) чи темним і незвіданим (Eventide).

## Підсумковий синтез

Аналіз трьох жанрів демонструє, що вибір аналогового обладнання не є

довільним чи суто технічним рішенням. Це фундаментальний акт, що визначає естетичні кордони та художню мету жанру. Аналоговий звук не є монолітною концепцією; це спектр філософій.

1. **Modular Techno** використовує модульний синтез, зокрема парадигму Західного узбережжя (вейвфолдери, LPG, генеративні секвенсери), щоб впровадити хаос та органічну еволюцію у механістичну, репетитивну структуру. Метою є досягнення гіпнотичної недосконалості – живого, сирого звуку, що дихає.

2. **Synthwave** використовує вінтажний поліфонічний синтез (Juno, Jupiter, Oberheim) та канонічні студійні техніки (Gated Reverb, Dimension-D), щоб кураторськи реконструювати відому, ностальгічну, кінематографічну палітру. Метою є естетична автентичність та гіперболізація пам'яті про 80-ті.

3. **Ambient** використовує модульні/генеративні системи (Marbles, Beads) та потужні просторові процесори (BigSky, Space), щоб будувати автономні, самограючі, еволюціонуючі звукові ландшафти. Роль митця зміщується від виконавця до архітектора. Метою є процес-орієнтована архітектура нескінченної музики.

Таким чином, аналогове обладнання служить трьом різними цілям: для техно – це джерело непередбачуваності; для synthwave – це архів автентичності; для ambient – це автономний композитор.

## **Розділ 2. Сучасні методи інтеграції аналогового обладнання у студійний та сценічний звуковий простір**

### **2.1. Діалектика взаємодії аналогового та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні**

Сучасний аудіо-продакшн визначається постійним діалогом між двома, здавалося б, протилежними парадигмами. Теза — це аналоговий світ з його нелінійною теплотою та живим звуком. Антитеза — це цифровий світ з його абсолютною стабільністю та точністю. Їхня взаємодія породжує синтез — гібридну студію, яка прагне об'єднати переваги обох доменів.

### **Теоретико-методологічні основи аналогового аудіо та історична ретроспектива**

Для повного розуміння сучасної діалектики між аналоговими та цифровими підходами, необхідно спочатку встановити фундаментальні теоретичні основи аналогового сигналу, його схемотехнічну реалізацію та

історичну еволюцію його сприйняття. Цей розділ аналізує фізичні принципи, онтологію аналогових артефактів та діалектичний процес, що перетворив технічні вади на бажані естетичні характеристики.

### **Фізична сутність аналогового сигналу. Онтологія безперервності**

Фундаментальне визначення терміну аналоговий часто розуміють неправильно. Його етимологія походить не від безперервності, а від аналогії — те, що має аналогію з чимось іншим. В контексті аудіо, електричний сигнал від мікрофона є аналогом коливань акустичного тиску повітря, що створюються звуковою хвилею. Ця аналогія найчастіше реалізується через безперервний (continuous) сигнал.

Безперервність означає, що сигнал має нескінченну кількість можливих значень амплітуди в будь-який момент часу. Між будь-якими двома точками на хвилі існує нескінченна кількість інших точок. Це прямо протистоїть дискретному (discrete) сигналу, який за своєю суттю є цифровим і складається з окремих зразків (семплів), оновлених з фіксованою швидкістю.

Однак, ототожнення аналоговий = безперервний є надмірним спрощенням. Існують дискретні аналогові системи, яскравим прикладом яких є пристрої Bucket Brigade Devices (BBD), що використовуються в класичних аналогових дилеях. Ці схеми беруть дискретні за часом знімки сигналу, але зберігають кожен знімок не як число, а як аналоговий заряд напруги в конденсаторі.

Це приводить до ключового онтологічного розмежування:

- **Аналоговий сигнал** кодує інформацію через аналогічну фізичну величину (зазвичай напругу), яка є безпосереднім фізичним представленням вихідної хвилі.
- **Цифровий сигнал** кодує інформацію через абстрактні символи (числа, біти), які є символічним, а не фізичним представленням.

Таким чином, фундаментальна відмінність лежить не в безперервності

проти дискретності, а в методі представлення інформації: **фізична аналогія проти символічної абстракції**.

### **Схемотехнічні основи аналогового характеру: Нелінійність як естетика**

В ідеальному світі, аналогове обладнання було б абсолютно лінійним — вихідний сигнал був би ідеальною, лише посиленою, копією вхідного. Однак у фізичній реальності всі аналогові компоненти (лампи, транзистори, трансформатори) є певною мірою **нелінійними**. Саме ця нелінійність, яку інженери колись прагнули усунути, сьогодні є джерелом бажаного характеру та теплоти.

Джерела цієї теплоти часто узагальнюють як чотири T аналогового звуку:

- **Лампи (Tubes/Valves):** Схемотехніка вакуумних ламп при перевантаженні має тенденцію генерувати переважно парні гармоніки (другу, четверту тощо). Ці гармоніки є музично пов'язаними з основним тоном (наприклад, на октаву вище) і сприймаються слухом як повні, багаті та музичні. Лампи також демонструють м'яке відсікання (soft-clipping), плавно компресуючи піки сигналу, а не жорстко їх зрізуючи.

- **Транзистори (Transistors):** Насичення транзисторних схем, навпаки, часто генерує непарні гармоніки (третю, п'яту тощо). Вони додають сигналу яскравість, чіткість та агресію, що є характерним для, наприклад, консолей API.

- **Трансформатори (Transformers):** Ці компоненти, що використовуються для узгодження імпедансу та ізоляції, також додають нелінійності. Вони мають тенденцію м'яко згладжувати агресивні перехідні процеси (транз'єнти) та додавати subtle низькочастотні гармонійні спотворення.

- **Стрічка (Tape):** Магнітна стрічка є складним джерелом нелінійностей. Насичення (saturation) магнітних частинок створює природну компресію (особливо високочастотних транз'єнтів) та додає гармоніки. Крім того, механічні артефакти — мікро-нестабільності швидкості руху стрічки, відомі як *wow* та *flutter* — додають ледь помітну модуляцію висоти тону, створюючи живе, дихаюче відчуття.

Важливо чітко розмежувати поняття спотворення та насичення.

- **Спотворення (Distortion):** Це загальний термін для будь-якої зміни вихідної форми хвилі.

- **Насичення (Saturation):** Це специфічний тип спотворення, що виникає при перевантаженні фізичних компонентів. Насичення — це комбінований ефект, що складається з двох елементів: 1) м'якої компресії (soft-knee compression), оскільки компонент досягає межі своєї здатності відтворювати сигнал лінійно, та 2) генерації гармонік, що є прямим результатом цього нелінійного відсікання.

### **Онтологія аналогових артефактів. Шум та перехресні завади**

На відміну від цифрових систем, де артефакти часто є результатом помилок обчислень, в аналоговому домені артефакти є невід'ємною частиною фізичного середовища.

- **Шум (Noise):** Будь-яка аналогова схема має рівень шуму (Noise Floor) — базовий рівень шуму, присутній навіть за відсутності сигналу. Головним джерелом цього шуму є **Тепловий шум (Thermal Noise або Johnson-Nyquist Noise)**. Він генерується непередбачуваним, випадковим рухом електронів у будь-якому провіднику (наприклад, резисторі чи кабелі) при температурі вище абсолютного нуля. Цей неминучий шум визначає **співвідношення сигнал/шум (Signal-to-Noise Ratio, SNR)**, яке є ключовим показником якості аналогового обладнання, що обмежує його динамічний

діапазон.

- **Перехресні завади (Crosstalk):** Це феномен небажаного протікання сигналу з одного аудіоканалу в інший (наприклад, з лівого каналу в правий). Це фізичне обмеження, спричинене ємнісним (capacitive) або індуктивним (inductive) зв'язком між близько розташованими провідниками та компонентами на друкованій платі. Вплив crosstalk на звук складний: він залежить від частоти (зазвичай посилюється на високих частотах). Якщо сигнал, що протік, знаходиться у фазі з оригінальним сигналом іншого каналу, це може звузити стерео-картину. Якщо ж він поза фазою, це може розширити її. Саме цей складний, частотно-залежний зв'язок між каналами є одним з головних факторів, що створюють відчуття глибини та тривимірності міксу, зробленого на великій аналоговій консолі.

### **Історична ретроспектива сприйняття. Діалектична еволюція вад**

Сприйняття аналогових артефактів (шуму, спотворень, crosstalk) пройшло повний діалектичний цикл, що ілюструє, як технічні обмеження можуть перетворитися на естетичні переваги.

1. **Теза: Артефакти як Недоліки.** Протягом більшої частини 20-го століття інженери (як-от Руперт Нів) докладали величезних зусиль для мінімізації цих артефактів. Шум, гармонійні спотворення та перехресні завади розглядалися виключно як **технічні недоліки**, що погіршували точність (fidelity) відтворення.

2. **Антитеза: Стерильна Цифрова Точність.** З появою цифрових технологій (DAW) інженери раптово отримали те, до чого прагнули: майже нескінченний SNR, нульові перехресні завади та відсутність гармонійних спотворень. Однак цей ідеальний звук швидко отримав репутацію тонкого, стерильного, малого, жорсткого та неприємного.

3. **Синтез: Переоцінка та Естетизація Вад.** Зіткнувшись із

стерильною антитезою, спільнота пережила ностальгічну переоцінку. Інженери почали сумувати за своїм барвистим, насиченим вінтажним обладнанням, яке вони колись проклинали. Технічні недоліки були естетично перекодовані:

- **Шум (Noise)** перетворився на **текстуру** або клей (glue), що об'єднує мікс (як у плагінах, що емулюють noise floor консолі).
- **Спотворення (Distortion)** перетворилося на **теплоту (warmth)** та **характер**.
- **Перехресні завади (Crosstalk)**, які колись були інженерним прокляттям, тепер цінуються за створення **глибини, ширини** та тривимірного простору.

Таким чином, те, що було технічним обмеженням, стало бажаною естетичною характеристикою, яку тепер активно емулюють у цифровому середовищі.

### **Теза: Апологія аналогового світу (Живий Звук)**

Привабливість аналогового звуку ґрунтується на його фізичних властивостях та психоакустичному сприйнятті його недосконалостей.

### **Деконструкція Аналогової Теплоти (Analogue Warmth)**

Термін аналогова теплота (Analogue Warmth) не є містичним. Це психоакустичне сприйняття, що походить від приємних на слух (euphonic) **нелінійностей**. Теплота — це, по суті, евфемізм для **гармонійних спотворень**. Як зазначено в Розділі 1.2, аналогові компоненти (особливо лампи та стрічка) при насиченні генерують гармоніки (обертони), які є музично пов'язаними з основним тоном. Вони сприймаються як збагачення та повнота звуку. Це кардинально відрізняється від негармонійних артефактів цифрових помилок (наприклад, аліасингу), які звучать різко та неприродно, оскільки не мають музичного зв'язку з вихідним сигналом.

## **Феномен живого (living) звуку**

Відчуття живого або органічного звуку походить від мікро-нестабільності аналогових схем. Фізичні компоненти чутливі до змін у навколишньому середовищі, зокрема до **температури**, що спричиняє **тепловий дрейф**. Їхні характеристики (посилення, частотна характеристика) ніколи не бувають на 100% ідентичними або стабільними з часом. Це контрастує з цифровим алгоритмом, який є абсолютно стабільним і видасть точно такий самий результат сьогодні, завтра і через рік. Саме ця ледь помітна, непередбачувана недосконалість аналогових схем створює відчуття життя та дихання, яке часто протиставляють холодній, точній та стерильній природі цифрового звуку.

## **Психоакустичні аспекти**

Значна частина переваг аналогового звуку лежить у площині психології. Теплоота тісно пов'язана з **ностальгією** за золотою епоєю звукозапису, коли всі класичні альбоми створювалися на аналоговому обладнанні. Крім того, тут відіграє роль **скеоморфізм** — наша підсвідома перевага до звуків, які мають аналоги у фізичному, тактильному світі. Людський слух еволюціонував для інтерпретації складних, нелінійних звуків природи, тому ідеальна лінійність цифрового сигналу може сприйматися як щось штучне.

## **Витончена відмова (Graceful Failure)**

Можливо, найважливіша перевага аналогового домену полягає не в його точності, а в його милосердній невдачі (graceful failure) при перевантаженні.

- **Цифрова система** зазнає **катастрофічної невдачі**. Сигнал, що перевищує 0 dBFS (максимальний рівень), жорстко відсікається (clipping). Це створює прямокутну форму хвилі, що генерує шквал різких, негармонійних спотворень, які є вкрай неприємними на слух.

- **Аналогова система**, навпаки, зазнає **витонченої невдачі**. При перевантаженні вона плавно входить у **насичення (saturation)**. Це м'яке відсікання (soft-clipping) поступово компресує піки сигналу та одночасно додає музично-приємні гармоніки.

Таким чином, тиск на аналогову схему часто робить звук гучнішим, повнішим і теплішим. Тиск на цифрову систему просто ламає її.

### **Антитеза: Революція цифрової точності (Стабільність проти Стерильності)**

Цифровий підхід виник як інженерне рішення проблем аналогового світу, пропонуючи безпрецедентний рівень точності та стабільності.

### **Фундаментальні процеси перетворення (ADC)**

Основою цифрового аудіо є **Теорема Найквіста-Шеннона**. Вона стверджує, що для ідеального захоплення та відтворення аналогового сигналу, частота дискретизації ( $f_s$ ) повинна бути щонайменше вдвічі вищою за найвищу частоту ( $B$ ), присутню в цьому сигналі ( $f_s > 2B$ ). Оскільки верхня межа людського слуху становить приблизно 20 кГц, була потрібна частота дискретизації вище 40 кГц. Стандарт для CD 44.1 кГц був обраний саме для того, щоб надійно захопити весь чутний діапазон 20 кГц з невеликим запасом.

Процес перетворення аналогового сигналу в цифровий (ADC) спирається на два стовпи:

1. **Дискретизація (Sampling):** Оцифрування *часу*. Безперервний у часі сигнал нарізається на послідовність дискретних знімків (семплів) у часі.
2. **Квантування (Quantization):** Оцифрування *амплітуди*. Амплітуда кожного семплу вимірюється і їй присвоюється найближче числове значення з кінцевого набору доступних кроків. Кількість цих кроків визначається бітовою глибиною (bit depth).

## Технічні переваги (Стабільність)

Переваги цифрового домену є абсолютними:

- **Ідеальне копіювання:** Цифрові файли можна копіювати нескінченну кількість разів без будь-якої деградації чи втрати якості.
- **Абсолютна стабільність:** Цифровий файл звучить абсолютно однаково при кожному відтворенні. Параметри (гучність, панорама) є стабільними і миттєво викликаються (total recall).
- **Зручність:** Легкість зберігання, редагування, передачі та нелінійного доступу.

## Власні артефакти цифрового домену (Унікальні лиха)

Поширена думка, що цифровий звук є досконалим, хибна. Цифрова парадигма не усунула недоліки, а просто замінила фізичні артефакти аналогового світу на математичні артефакти обчислень.

- **Аліасинг (Aliasing):** Виникає, коли вхідний сигнал містить частоти, що перевищують межу Найквіста (половину частоти дискретизації). АЦП неправильно читає ці високі частоти, і вони віддзеркалюються вниз у чутний діапазон, маскуючись під нижчі частоти, створюючи негармонійні спотворення. Рішенням є обов'язковий anti-aliasing фільтр (ФНЧ) перед АЦП, який фізично зрізає всі частоти вище межі Найквіста.

- **Спотворення квантування (Quantization Distortion/Error):** Це помилка округлення, що виникає в процесі квантування, коли реальна аналогова амплітуда округлюється до найближчого доступного цифрового кроку. На високих рівнях сигналу ця помилка є випадковою і звучить як тихий шум. Однак на дуже низьких рівнях сигналу помилка стає

корельованою з самим сигналом, що призводить до чутних, неприємних спотворень.

- **Дизеринг (Dither):** Це контрінтуїтивне рішення проблеми спотворення квантування. Це процес навмисного додавання невеликої кількості випадкового шуму до сигналу *перед* квантуванням. Цей шум декорелює помилку округлення від сигналу, перетворюючи неприємне спотворення на значно менш помітний, постійний шум (шипіння).

- **Джиттер (Jitter):** Це часова помилка. Якщо аналоговий flutter — це нестабільність швидкості стрічки, то джиттер — це нестабільність цифрового тактового генератора (clock). Це означає, що семпли беруться не через ідеально однакові проміжки часу. Джиттер вносить незворотні спотворення, клацання та змазує точність стерео-образу. Це одне з унікальних лих цифрового аудіо.

### **Синтез: Концепція, філософія та реалізація гібридних студій**

Конфлікт між аналоговою теплою та цифровою точністю знаходить своє вирішення у **синтезі — гібридній студії**. Ця концепція відмовляється від бінарного вибору або/або і натомість пропонує найкраще з обох світів.

### **Філософія гібридного підходу: Тепло як вибір, а не необхідність**

У гібридній моделі цифрова робоча станція (DAW) виступає як центральний вузол — ідеально чисте, стабільне та гнучке середовище для запису, редагування та аранжування (in the box або ІТВ). Зовнішнє аналогове обладнання (outside-the-box або ОТВ) використовується **вибірково**, як художник використовує фарби — для додання кольору, текстури та характеру там, де це необхідно.

Це знаменує фундаментальний філософський зсув. В суто аналогову епоху тепло (шум, насичення) була *неминучим побічним продуктом* фізичного носія.

У сучасну гібридну епоху прозорість (чистота) є *базовим станом* цифрового полотна. Тепло стає **навмисним естетичним вибором**, який інженер свідомо додає за допомогою апаратного пристрою або високоякісного цифрового емулятора (плагіна).

### **Робочі процеси та інтеграція: Hardware Inserts**

Практична реалізація цього синтезу відбувається через **Hardware Inserts (апаратні вставки)**. Це функція сучасних DAW, яка дозволяє інтегрувати фізичний аналоговий пристрій (наприклад, компресор або EQ) у цифровий мікшерний ланцюг, ніби це звичайний плагін. Технічно процес виглядає так: DAW надсилає цифровий аудіосигнал на D/A (цифро-аналоговий) конвертер; аналоговий сигнал проходить через зовнішній пристрій; оброблений сигнал повертається в A/D (аналого-цифровий) конвертер і знову потрапляє в DAW. Головною технічною складністю є затримка (latency), яку вносить цей обхід (round-trip). Сучасні DAW вирішують це за допомогою автоматичної компенсації затримки (Automatic Delay Compensation), зсуваючи всі інші треки для збереження ідеальної синхронізації.

### **Святий Грааль Синтезу: Аналогове Сумування (Analog Summing)**

Найбільш глибоким проявом гібридного синтезу є **аналогове сумування**. Це процес, при якому інженер відмовляється від цифрового сумуючого алгоритму DAW (коли всі треки змішуються in the box). Натомість, окремі треки або групи треків (стеми) надсилаються через D/A конвертери на зовнішній **аналоговий сумуючий мікшер**.

Прихильники цього методу стверджують, що він створює мікс із відчутно кращим **розділенням інструментів, шириною стерео-бази, глибиною та запасом міцності (headroom)**. Скептики часто називають це аудіо-вуду або

placebo, стверджуючи, що будь-яка різниця є лише результатом доданого шуму та спотворень, а не кращим процесом сумування.

Однак технічний аналіз показує, що магія аналогового сумування є не містичною, а кумулятивним ефектом усіх аналогових артефактів, описаних у Розділі 1.

- **Headroom:** Аналогові схеми мають витончену відмову (graceful failure). Це дозволяє інженерам тиснути на суматор, досягаючи приємного гармонійного насичення, а не цифрового кліппінгу.

- **Harmonic Distortion:** Навмисне перевантаження входів суматора (driving the inputs) створює те саме м'яке гармонійне спотворення, яке склеює мікс.

- **Separation & Width:** Це найбільш важливий аспект. Аналоговий суматор — це не просто математична операція; це фізична мережа резисторів, операційних підсилювачів та трансформаторів. Нелінійності та **перехресні завади (crosstalk)**, які неминуче присутні в цій мережі, створюють той самий ледь помітний зв'язок між каналами, який сприймається як тривимірність та ширина.

Таким чином, аналогове сумування — це, по суті, контрольоване та навмисне застосування всіх аналогових артефактів (теплого шуму, гармонійного насичення та перехресних завад) одночасно на рівні всієї мікс-шини.

### **Кейс-стаді: Філософії провідних інженерів (Спектр Синтезу)**

Цей гібридний синтез не є монолітною доктриною; це спектр підходів, що варіюються від майже повного ІТВ до глибокої інтеграції ОТВ. Це найкраще ілюструють філософії трьох провідних інженерів:

- **Ендрю Шепс (Andrew Scheps):** Представляє еволюцію до **повного ІТВ**. Шепс, відомий роботою з Adele та Red Hot Chili Peppers, роками

міксував на аналогових консолях, але зрештою перейшов на 100% in the box. Він стверджує, що сучасні плагіни настільки точно моделюють аналогові нелінійності, що переваги гнучкості, швидкості та повного відкликання (recall) для нього переважають незначну різницю від апаратного забезпечення *саме у фазі мішування*.

- **Кріс Лорд-Елдж (Chris Lord-Alge / CLA):** Є уособленням **прагматичного гібриду**. Відомий своїм агресивним, яскравим звуком, CLA поєднує свою знамениту консоль SSL та величезні реки аналогового обладнання (Urei 1176, Teletronix LA3) з широким використанням цифрових плагінів. Він використовує кожен інструмент для його специфічної, перевіреної часом функції.

- **Сільвія Массі (Sylvia Massy):** Ілюструє **креативний гібрид**. Массі використовує свою гібридну систему (на базі Dangerous Music DMSC) не стільки для чистоти, скільки для **радикальних експериментів**. Вона відома тим, що використовує апаратні інсerti для маршрутизації сигналів через неортодоксальні пристрої — від старих касетних рекордерів до вінтажних трансформаторів — щоб навмисно забруднити (schmutz) цифровий сигнал, додаючи йому унікальний, непередбачуваний характер.

Ці три підходи демонструють повний спектр синтезу. Массі використовує аналог для творчого хаосу. CLA використовує гібрид для максимальної ефективності. А Шепс демонструє, що антитеза (цифровий світ) зрештою настільки успішно поглинула та навчилася моделювати характеристики тези (аналоговий характер), що апаратна частина для мішування стала питанням особистого робочого процесу та естетики, а не технічної необхідності.

Діалектичний конфлікт між аналоговою теплотою та цифровою точністю, що визначав аудіо-дискурс протягом десятиліть, на сьогодні значною мірою вирішено. Сучасна парадигма полягає не в протиставленні, а в **інтеграції**. Синтез, що виник, базується на новій філософії:

- Цифрові технології (DAW) забезпечують прозору, стабільну та гнучку основу — чисте полотно.

- Аналогові принципи (реалізовані або через фізичне обладнання (ОТВ), або через високоточні плагіни (ІТВ)) використовуються як навмисний творчий інструмент для додання кольору, текстур та характеру.

Стерильність більше не є неминучою вадою цифрового звуку, а шум та спотворення більше не є неминучими вадами аналогового. Обидва набори характеристик перетворилися з обмежень на опції в арсеналі сучасного продюсера.

Подальший розвиток цієї гібридної парадигми, ймовірно, рухатиметься у трьох напрямках:

- **Подальше вдосконалення моделювання:** Цифрові емуляції нелінійних аналогових систем (включаючи складні взаємодії, такі як crosstalk та тепловий дрейф) ставатимуть дедалі точнішими, ще більше стираючи межу між апаратним та програмним забезпеченням.

- **Зростання інтеграції:** Розвиток цифро-контрольованого аналогового обладнання — пристроїв, що мають 100% аналоговий сигнальний тракт, але чії параметри (посилення, частота) контролюються цифровим чином, що дозволяє миттєво зберігати та викликати налаштування з DAW.

- **Філософський зсув:** Поступовий відхід від ностальгії як головного рушія використання аналогового обладнання. Натомість, інструменти (як вінтажні аналогові, так і сучасні цифрові) все частіше оцінюватимуться прагматично — за їхніми унікальними звуковими можливостями та внеском у творчий процес, а не за їхнім вінтажним чи сучасним статусом.

## 2.2. Аналіз використання аналогових ефект-процесорів (компресори,

## **еквалайзери, дилеї) для художньої експресії у музичному творі**

Перехід до гібридних студійних середовищ, де цифрові робочі станції (DAW) співіснують з аналоговим обладнанням, вимагає глибокого розуміння не лише функцій останнього, але і його художнього потенціалу. На відміну від цифрових алгоритмів, які за своєю природою є лінійними та передбачуваними аж до точки цифрового відсікання (0dBFS), цінність аналогових пристроїв полягає саме в їхніх нелінійних властивостях. Ці недосконалості — сатурація, гармонійні спотворення та динамічні артефакти, що виникають внаслідок роботи фізичних компонентів — є не недоліками, а фундаментальними інструментами художньої експресії. Цей підрозділ аналізує специфічні нелінійні процеси, що визначають аналоговий характер, досліджує звуковий вплив ключових компонентів (ламп і трансформаторів) та, на прикладі знакових пристроїв, демонструє їхнє функціональне застосування для досягнення конкретних естетичних результатів у зведенні та мастерингу.

### **Анатомія аналогового характеру. Нелінійні процеси та компонентна база**

Художня перевага аналогового обладнання полягає в його здатності поступово та музично змінювати тембр сигналу у відповідь на зміну рівня. Цей феномен, узагальнено названий аналоговим характером, є прямим наслідком фізичних обмежень його компонентної бази.

- **Визначення Сатурації та Дисторшну**

В аудіоінженерії терміни сатурація (saturation) та дисторшн (distortion) часто використовуються взаємозамінно, проте вони описують різні ступені одного й того ж нелінійного процесу.

- **Дисторшн** — це будь-яка зміна оригінальної форми аудіохвилі. У більш вузькому сенсі, це агресивне спотворення, що

кардинально змінює тембр.

- **Сатурація**, з іншого боку, визначається як комплексне явище, що виникає при перевантаженні фізичних компонентів (ламп, транзисторів, магнітної плівки). Коли електричний компонент насичується, він більше не може підтримувати лінійне співвідношення між вхідним та вихідним сигналом. Цей процес має два ключові наслідки:

1. **Генерація Гармонік:** Створення нових частотних складових, яких не було в оригінальному сигналі.

2. **М'яка Компресія (Soft-Knee Compression):** Природне стиснення динамічного діапазону, оскільки піки сигналу м'яко заокруглюються при наближенні до межі роботи компонента.

Для художньої експресії сатурація є інструментом для додавання теплоти (warmth), товщини (thickness) та багатства. Вона дозволяє звуку стати гучнішим на сприйняття (perceived loudness) завдяки доданим гармонікам, не збільшуючи при цьому піковий рівень.

- **Психоакустична Палітра: Вплив Парних та Непарних Гармонік**

Гармоніки, що генеруються під час сатурації, є основним будівельним матеріалом аналогового забарвлення. Вони поділяються на два типи з кардинально різним психоакустичним впливом.

- **Парні гармоніки (Even harmonics: 2-га, 4-га, 6-га тощо):** Ці гармоніки є музично пов'язаними з фундаментальною частотою. Наприклад, 2-га гармоніка — це та сама нота на октаву вище. Вони виникають переважно внаслідок асиметричного відсікання сигналу. Психоакустично вони сприймаються як теплота, повнота (fullness) та округлість. Вони зміцнюють фундаментальний тон, роблячи звук багатшим.

- **Непарні гармоніки (Odd harmonics: 3-тя, 5-га, 7-ма тощо):** Ці

гармоніки створюють більш дисонансні інтервали (наприклад, 3-тя гармоніка — це квінта + октава). Вони виникають переважно внаслідок симетричного відсікання. Психоакустично вони сприймаються як яскравість, гострота (edge) та агресія. У помірних кількостях 3-тя гармоніка може додавати тіло (body), але вищі непарні гармоніки (7-ма, 9-та) можуть звучати жорстко (raspy)

Поширене уявлення про те, що лампи дорівнюють парним гармонікам, є значним надмірним спрощенням. Аналіз схемотехніки показує, що гармонійний профіль залежить не стільки від самого компонента, скільки від топології схеми, в якій він використовується. Наприклад, тріоди (triodes), що часто використовуються в однокантних схемах (single-ended circuits) преампів, дійсно генерують значну кількість як парних (особливо 2-ї), так і непарних гармонік. Вони створюють той самий класичний теплий та повний звук. Однак пентоди (pentodes) та тетродні промені (beam tetrodes), що зазвичай використовуються у двокантних схемах (push-pull circuits) підсилювачів потужності, працюють інакше. Ця топологія за своєю природою скасовує більшість парних гармонік, залишаючи переважно непарні. Таким чином, ламповий звук не є монолітним. Художній вибір інженера залежить від топології: однокантна схема надасть теплоту та повноту, тоді як двокантна — гостроту та агресію.

- Ключові Компоненти 1: Вакуумні Лампи (Tubes/Valves)

Вакуумні лампи функціонують на основі принципу термоелектронної емісії: нагрітий катод випускає електрони, потік яких до анода контролюється сіткою (grid). Їхні унікальні електричні властивості мають три основні художні наслідки:

1. **М'яке Відсікання (Soft Clipping):** На відміну від транзисторних (solid-state) схем, які при перевантаженні відсікають

сигнал миттєво з гострими як бритва краями (hard clipping), лампи мають поступову криву насичення. Це м'яке відсікання сприймається як більш музичне та органічне. Воно дозволяє інженеру тиснути (push) сигнал для отримання гучності та характеру, не створюючи неприємних артефактів.

2. **Природна Компресія (Natural Compression):** Лампи природним чином злегка стискають звук. Цей ефект, який часто описують як квітіння (bloom), додає звуку ваги (weight) та тіла (body), роблячи його більш музичним.

3. **Динамічна Реакція:** Лампові схеми надзвичайно чутливі до динаміки виконання. Гітарист може отримати чистий звук, ледь торкаючись струн, і насичений дисторшн, атакуючи струни сильніше, — все це з одного й того ж налаштування підсилювача.

- Ключові Компоненти 2: Трансформатори (Transformers)

Трансформатори працюють на основі електромагнітної індукції, передаючи сигнал між первинною та вторинною обмотками через магнітний сердечник. Хоча їхня основна інженерна функція — гальванічна ізоляція, узгодження імпедансу та відхилення перешкод, у професійному аудіо вони використовуються як інструменти забарвлення звуку.

1. **Гармонійне Збагачення:** Високоякісні аудіотрансформатори додають приємні гармоніки низького порядку, зазвичай 2-гі та 3-ті. Це одна з їхніх магічних властивостей, що додає сигналу багатства.

2. **Формування Низьких Частот:** Трансформатори мають нелінійний частотний відгук, особливо на низьких частотах при високих рівнях сигналу. Вони можуть покращити сприйняття теплоти та додати вагу басовим інструментам. Гармоніки, які вони генерують у НЧ-спектрі, допомагають басу та бочці бути чутними навіть на малих гучномовцях, на яких фундаментальна частота не може бути відтворена.

3. **Вплив на Перехідні Процеси (Transients):** На відміну від

безтрансформаторних (transformerless) схем, які часто мають швидший, чистіший відгук на транзйенти, трансформатори можуть злегка заокруглювати або насичувати початкову атаку сигналу. Це сприймається як удар (punch), а не як клацання (click).

Художня експресія в класичному аналоговому обладнанні рідко походить від одного компонента. Класичний золотий ланцюг (golden chain) — це, по суті, каскад нелінійних каскадів. Наприклад, у ламповому преампі сигнал спочатку проходить через вхідний трансформатор, отримуючи НЧ-насичення та забарвлення транзйентів. Потім він підсилюється ламповим каскадом, де додаються гармоніки та м'яке відсікання. Нарешті, він проходить через вихідний трансформатор, який додає ще більше ваги та фінального забарвлення.<sup>1</sup> Саме ця складна взаємодія кількох етапів сатурації, кожен з яких реагує на динаміку сигналу, створює багатий, щільний та тривимірний звук, який так цінується в аналогових пристроях.

### **Динамічна експресія. Художнє застосування аналогових компресорів**

В аналоговій сфері компресор є не просто технічним засобом для контролю динамічного діапазону, а потужним художнім інструментом для формування тембру, характеру та відчуття (feel) музичного твору. Вибір компресора диктується його топологією — схемотехнічним рішенням, що використовується для досягнення редукції гейну. Кожна топологія має свій унікальний звуковий підпис.

- **VCA (Voltage Controlled Amplifier):** Чистий та швидкий. Працює на основі піків (peak-based). Художнє застосування: точний контроль транзйентів, додавання клацання (snap) та удару (punch) барабанам та перкусії. Приклади: dbx 160, API 2500.

- **FET (Field-Effect Transistor):** Агресивний та швидкий. Як і VCA,

реагує на піки, але, на відміну від нього, є дуже барвистим (colourful). Художнє застосування: додавання агресії, теплоти та приємного музичного дисторшну при сильному навантаженні. Ідеальний для великого рок-звуку. Приклад: UREI 1176.

- **Opto (Optical):** Плавний та музичний. Працює на основі RMS (середньоквадратичного) рівня. Має повільну, програмно-залежну реакцію. Художнє застосування: плавне вирівнювання вокалу та басу, додавання теплоти та тіла без чутних артефактів. Приклад: Teletronix LA-2A.

- **Vari-Mu (Variable-Mu):** Насичений та об'єднуючий. Використовує лампи для самого процесу компресії (змінне підсилення). Має багато індивідуальності. Художнє застосування: зклеювання (glue) підгруп або всього міксу (bus compression), додавання багатства та теплоти. Приклад: Fairchild 670.

### **Кейс 1: FET-компресор (UREI 1176) – Енергія та Агресія**

UREI 1176 є, мабуть, найвідомішим FET-компресором. Це пристрій зі зворотним зв'язком (feedback compressor), де керуючий сигнал береться *після* каскаду редукції гейну. Його характер визначається двома факторами: використанням польового транзистора (FET) для редукції гейну та надзвичайно швидкими часовими характеристиками (атака від 20 до 800 мікросекунд).

- **Стандартне художнє застосування:**

- *Формування транзєнтів:* Завдяки своїй швидкості, 1176 може радикально змінювати конверт (envelope) звуку. Швидка атака ловить початковий транзєнт, роблячи звук щільнішим; повільніша атака (яка все ще дуже швидка за стандартами інших компресорів) дозволяє транзєнту проскочити, підкреслюючи атаку, наприклад, на малому барабані.

- *Агресивний вокал:* 1176 використовується для надання вокалу агресивного характеру та присутності (presence), витягуючи його на

передній план міксу.

- *Чіткий бас*: Тонкий дисторшн, що вноситься FET-схемою, додає басу гармонік, які допомагають йому прорізатися у міксі навіть на невеликих аудіосистемах.

- Екстремальне художнє застосування: Режим All Buttons In (British Mode)

Найбільш іконічне застосування 1176 є, по суті, функціональним глітчем — одночасним натисканням усіх чотирьох кнопок співвідношення (ratio). Це непередбачена інженерами функція, яка стала стандартом художньої експресії.

- *Технічний результат*: Співвідношення стає вкрай агресивним (між 12:1 і 20:1) і сильно програмно-залежним. Що більш важливо, часові характеристики кардинально змінюються, створюючи унікальну криву: з'являється затримка (lag) на початковому транзйєнті, що дозволяє йому пройти, за якою слідує надзвичайно агресивне плато лімітування.

- *Художній результат*: Це створює вибуховий (explosive) характер. Сигнал збагачується унікальним дисторшном та гармонійним збудженням. Цей режим ідеально підходить для паралельної компресії барабанів (drum bus) або кімнатних мікрофонів (room mics). Він витягує атмосферу кімнати між ударами та додає звучанню барабанів надзвичайну грубість (grit) та енергію.

Еволюція 1176 ілюструє ключовий принцип аналогової обробки: його художня експресія походить не стільки з його призначеної функції (контроль піків), скільки з ненавмисних побічних ефектів, що виникають при зловживанні (abuse) обладнанням.

**Кейс 2: Оптичний компресор (Teletronix LA-2A) – Плавність та Магія**  
Teletronix LA-2A — це повна протилежність 1176. Його конструкція

поєднує ламповий підсилювач та унікальну електро-оптичну схему редукції гейну, відому як T4 photocell. T4-комірка складається з електролюмінесцентної панелі, яка світиться яскравіше при збільшенні рівня сигналу, та світлозалежного резистора (LDR), який зменшує опір (і, відповідно, гейн) під дією світла.

- **Програмно-залежна реакція:** Характер LA-2A повністю визначається фізичними властивостями T4-комірки, яка має ефект пам'яті.<sup>1</sup>

- *Атака:* Фіксована і відносно повільна, близько 10 мілісекунд.
- *Відновлення (Release):* Унікальне, **двоступеневе** та програмно-залежне. Воно має швидку початкову фазу (близько 60 мілісекунд для 50% відновлення), але значно довшу другу фазу (від 0.5 до 5 секунд, а іноді й довше) для повного відновлення до початкового рівня гейну.

- **Художнє застосування:** LA-2A вважається магічним інструментом для вокалу та басу.

- *Плавність:* Завдяки повільній атаці та унікальному двоступеневому відновленню, компресія звучить дуже плавно (very smooth) та природно (natural-sounding). Вона вирівнює динаміку без чутних артефактів накачування (pumping).

- *Теплота та Присутність:* Хоча сама оптична схема має дуже низький рівень спотворень (менше 0.5% THD), ламповий підсилювач, що використовується для відновлення гейну (makeup gain), додає сигналу багату лампову теплоту (rich tube warmth), тіло (body) та присутність (presence).

- *Акцентування транз'єнтів:* На басі, повільна атака (10 мс) дозволяє початковому щипку (pluck sound) струни пройти, перш ніж компресія спрацює. Це підкреслює атаку, одночасно вирівнюючи сустейн, що робить бас-партію чіткою та рівною.

Магія LA-2A полягає в геніальному розділенні праці: 1) оптична комірка T4 забезпечує прозору, музичну редуцію гейну, а 2) ламповий каскад підсилення додає теплоту та характер незалежно від процесу компресії. Його унікальне двофазне відновлення імітує людське сприйняття гучності (швидко реагує на раптові піки, але повільно відпускає загальний рівень), що робить його роботу психоакустично невидимою.

### **Тональне скульптурування. Художнє застосування аналогових еквалайзерів**

Як і компресори, аналогові еквалайзери цінуються не лише за здатність змінювати частотний баланс, але й за забарвлення, яке вони вносять. Основний поділ відбувається між пасивними та активними схемами.

- **Пасивні Еквалайзери (Passive EQs):** Використовують лише пасивні компоненти (конденсатори, індуктори, резистори) у самій фільтруючій схемі. Вони не додають шуму чи дисторшну від фільтрів і мають чистіший звук з меншим впливом на транзєнти. Однак, цей процес є втратним (lossy) — сигнал на виході фільтра завжди слабший.

- **Активні Еквалайзери (Active EQs):** Використовують активні компоненти (операційні підсилювачі, лампи, транзистори) усередині фільтруючої схеми для створення посилення. Вони більш схильні забарвлювати звук, додавати гармоніки та дисторшн.

Поширеною є помилка вважати пасивний звук абсолютно чистим. Класичні пасивні еквалайзери, такі як Pultec EQP-1A, обов'язково містять активний підсилювальний каскад (у випадку Pultec — ламповий) для компенсації втрат сигналу у пасивних фільтрах. Таким чином, характерний звук Pultec — це комбінація чистих кривих пасивного фільтра та гармонійного забарвлення від його активного лампового підсилювача.

## **Кейс пасивний еквайзер (Pultec EQP-1A) – неінтуїтивне формування низьких частот**

Pultec EQP-1A є іконічним прикладом того, як інженерна особливість стає фундаментальною художньою технікою. Його найвідоміша техніка — **Трюк Pultec (Pultec Trick)**.

- **Опис:** Техніка полягає в одночасному **посиленні (Boost)** та **ослабленні (Attenuation)** однієї й тієї ж обраної низької частоти (наприклад, 60 Гц або 100 Гц). Ця дія суперечила інструкції до оригінального пристрою.

- **Технічне Пояснення:** Трюк працює з двох причин: 1) регулятор Boost має трохи більше посилення, ніж Attenuation має ослаблення; 2) що більш важливо, центри частот та форми кривих (Q) для посилення та ослаблення трохи відрізняються.

- **Результат (Крива EQ):** Це створює унікальну та неможливу для відтворення іншими еквайзерами криву: створюється крутий підйом (boost) на обраній фундаментальній частоті (наприклад, 60 Гц) і одночасний провал (dip) трохи вище, у зоні низької середини (low-mids) (приблизно 150-250 Гц).

- **Художнє застосування:** Ця техніка вирішує фундаментальну дилему мікшування низьких частот: як зробити бас великим і важким, але не каламутним (muddy). Трюк посилює фундаментальну ноту баса або бочки (60 Гц), водночас вирізаючи коробковий, каламутний резонанс вище. Це дозволяє низьким частотам звучати одночасно потужно (powerful) і щільно (tight).

## **Створення простору та текстури. Художнє застосування аналогових дилеїв**

В аналоговій сфері ефекти затримки (дилеї) цінуються не за точність

повторів, а за їхню деградацію. Два основні типи — плівкове ехо та BBD.

- **Плівкове Ехо (Tape Echo):** Використовує фізичну петлю магнітної плівки та головки запису/відтворення. Це справжній аналоговий процес.

- **Аналоговий Дилей (BBD - Bucket Brigade Device):** Цей термін є дещо оманливим. BBD-чіпи — це не безперервний аналоговий процес, як плівка. Це, по суті, серія схем вибірки та зберігання (sample and hold circuits) в аналоговій формі (напрузі). Цей процес неминуче деградує сигнал з кожним проходженням: додається білий шум (white noise) і, що найважливіше, втрачаються високі частоти. Повтори стають дедалі темнішими та бруднішими. Цінність BBD-дилейів полягає не в теплоті у класичному розумінні (гармоніки), а в контрольованій деградації сигналу. Кожен наступний повтор стає темнішим, що дозволяє дилею відступити в міксі і створити глибину, не заважаючи основному, чистому (dry) сигналу.

### **Кейс плівкове ехо (Roland RE-201 Space Echo) – Інструмент як Ефект**

Roland RE-201 Space Echo — це не просто дилей, а повноцінний інструмент для створення текстури. Його унікальний звук базується на трьох стовпах:

1. **Преамп (Preamplifier):** RE-201 має преамп, який сам по собі є інструментом. Він відомий тим, що товстить (fatten up) сигнал, додаючи гармонійне багатство та дисторшн ще до того, як сигнал потрапить на плівку.

2. **Сатурація Плівки (Tape Saturation):** Магнітна плівка додає свій власний шар смачної сатурації та природної компресії.

3. **Механічні Недосконалості (Wow and Flutter):** Нерівномірність руху мотора та зношеність плівки створюють невеликі зміни у висоті тону — делікатний, плаваючий ефект хорусу, який оживляє звук.

**Художнє застосування:** Художня цінність RE-201 полягає не в його

функції (повторення), а в його характері (деградація). Інженери часто використовують його без дилею (гучність ехо на нулі) лише заради сатурації преампа. Комбінація трьох головок відтворення та механічної нестабільності використовується для додання життя та атмосфери статичним цифровим звукам (синтезаторам, вокалу), перетворюючи їх на нову, багату текстуру.

### **Функціональне застосування у мастерингу. Фіналізація художнього задуму**

На етапі мастерингу аналогові процесори використовуються для фіналізації художнього задуму, зокрема для зклеювання міксу та фінального тонального балансування.

- **Компресія на Майстер-Шині: Досягнення Зклеювання (Mix Glue)**

Художня мета компресії на майстер-шині — не агресивний контроль динаміки, а зклеювання (glue) міксу. Це створення відчуття, що всі інструменти живуть в одному просторі та дихають разом.

- **Технічна реалізація:** Зазвичай використовуються повільна атака (slow attack, наприклад, 50-100 мс) та низьке співвідношення (low ratio, 1.5:1 до 2:1).

- **Процес:** Повільна атака дозволяє транзієнтам (особливо ударам барабанів) пройти неушкодженими, зберігаючи удар (impact) міксу. Компресор реагує на тіло (body) міксу, м'яко підтягуючи тихіші елементи під час гучних секцій, що створює когезію.

- **Альтернативою** є паралельна компресія (New York Compression), де створюється окрема шина з екстремальною компресією, яка потім підмішується до сухого сигналу. Це додає щільність (density) без задушення (squashing) транзієнтів основного міксу.

### **Кейс мастерингу: Vari-Mu Компресор (Fairchild 660/670)**

Fairchild 670 (стерео-версія 660) є іконою мастерингу. Це масивний Vari-Mu (variable-mu) компресор, що використовує 20 ламп та 14 трансформаторів; самі лампи використовуються для редукції гейну.

- **Художнє застосування (Mix Glue):** Він вважається вибором номер один для компресії на майстер-шині. Його здатність музично зклеювати мікси є легендарною.

- **Забарвлення:** Fairchild — це не просто компресор, а пристрій для забарвлення. Просте проходження сигналу через його лампи та трансформатори додає сяючу лампову теплоту (glowing tube warmth), багаті гармоніки та вагу і вимір (weight and dimension) до всього міксу.

- **Унікальна функція: Режим Lat/Vert (Mid/Side):** Fairchild 670 дозволяє працювати в режимі Left/Right або Lat/Vert. Lat/Vert — це ранній еквівалент сучасної M/S (Mid/Side) обробки:

- **Vert (Mid):** Сума L+R (центральний канал: вокал, бас, бочка).
- **Lat (Side):** Різниця L-R (бічна інформація: реверберація, паноровані інструменти).

У мастерингу Fairchild — це не просто технічний інструмент для зклеювання, це фінальний художній штрих. Він покриває весь мікс аналоговим лаком — додає фінальний шар гармонійного багатства. Режим Lat/Vert надає унікальну творчу можливість: наприклад, сильніше стиснути центр (Mid) для щільності вокалу та басу, при цьому залишивши бічну інформацію (Side) відкритою і широкою.

- **Мастеринг-Еквалізація: Тональний Баланс та Повітря**

На відміну від хірургічної еквалізації при зведенні, мастеринг-еквалайзер використовується для широких, музичних штрихів (broad strokes) з метою досягнення фінального тонального балансу.

- **Контроль каламутності (Muddiness):** Делікатне послаблення в низькій середині (200-500 Гц).

- **Додавання Повітря (Air):** Використання високочастотного шельфу (high-shelf boost), часто на пасивних еквалайзерах (як Pultec), для додання повітря та розширення (extension) у верхньому частотному діапазоні (зазвичай вище 10-12 кГц). Це надає міксу блиск (sparkle) та відчуття високої якості.

### **Інтеграція та релевантність аналогової експресії у сучасній студії**

Аналіз художнього потенціалу аналогових процесорів був би неповним без розуміння, як саме вони інтегруються в сучасні робочі процеси на базі DAW, Існує два основні методи використання фізичного обладнання в цифровому середовищі:

**Апаратні Інсерти (Hardware Inserts):** Це функція, вбудована у більшість професійних DAW (Pro Tools, Logic, Ableton Live тощо), яка дозволяє використовувати зовнішнє аналогове обладнання так само, як програмний плагін. Процес вимагає аудіоінтерфейсу з достатньою кількістю входів та виходів (I/O). DAW надсилає аудіо з обраної доріжки через фізичний вихід (наприклад, Line Out 3) аудіоінтерфейсу в вхід аналогового пристрою (наприклад, компресора 1176). Оброблене аудіо повертається з виходу пристрою у фізичний вхід (Line In 3) інтерфейсу. DAW автоматично вимірює та компенсує затримку (latency), що виникає під час цього туди-й-назад (round trip). Це дозволяє застосовувати справжній аналоговий характер на окремих доріжках у цифровому проекті.

**Ре-ампінг (Re-amping):** Ця техніка, що спочатку була розроблена для гітаристів, полягає у відтворенні раніше записаного сухого (DI) сигналу з DAW, надсиланні його через підсилювач або ланцюг ефектів (наприклад, педалі або RE-201) та повторному записі результату на нову доріжку.

*Технічна вимога:* Цей процес вимагає спеціального пристрою — Reamp box. Його функція — коректно перетворити збалансований лінійний сигнал

(line-level, low-impedance) з аудіоінтерфейсу на незбалансований інструментальний сигнал (instrument-level, high-impedance), який очікують гітарні підсилювачі та педалі.

Художнє застосування: Ре-ампінг є кнопкою скасування (undo button) для тону. Він дозволяє звукоінженеру (або артисту) зосередитися на захопленні ідеального виконання (performance) під час запису, а вже потім, під час зведення, нескінченно експериментувати з тоном (вибір підсилювачів, педаль, мікрофонів та їхнього розташування).

Техніка ре-ампінгу еволюціонувала від нішевого гітарного інструменту до універсального методу творчої інтеграції. Сучасні інженери використовують його для оживлення будь-якого сухого цифрового джерела (вокалу, синтезаторів, драм-машин). Пропускаючи ці сигнали через аналогові ланцюги (педалі, плівкові ехо) або навіть використовуючи техніку Worldizing (відтворення звуку через гучномовці у реальному акустичному просторі, наприклад, у кімнаті чи на сходовій клітці, та запис атмосфери приміщення мікрофонами), інженери додають їм фізичності та характеру, яких бракує цифровим джерелам.

У сучасну епоху постає логічне питання: навіщо використовувати дороге, громіздке та примхливе аналогове обладнання, коли існують високоточні програмні емуляції (плагіни)?

Сучасні плагіни (зокрема, від UAD, Softube, Slate Digital та ін.) розроблені, щоб бути практично ідентичними оригіналам, моделюючи нелінійну поведінку, гармоніки, шум і навіть гул мережі. UAD часто називають одними з найточніших емуляцій. Інші підходи, як-от динамічна конволюція (Acustica Audio Nebula), використовують відбір семплів реального обладнання для досягнення дивовижного звуку, хоча й ціною високого навантаження на CPU.

У сліпих тестах або в контексті щільного міксу, відрізнити якісну емуляцію від апаратного забезпечення часто неможливо. Плагіни пропонують очевидні переваги у зручності, вартості та можливості багаторазового використання на

десятках доріжок.

Незважаючи на це, ринок аналогових клонів (реплік класичних пристроїв Neve, Pultec, 1176) не лише не зник, але й активно зростає. Більшість (до 95%) професійних мастеринг-інженерів все ще покладаються на аналогове обладнання для виконання своєї роботи. Деякі інженери стверджують, що аналог просто відчувається краще або звучить природніше.

Це приводить до висновку, що у 2024 році художня цінність аналогового обладнання полягає не стільки в його звуці (який, значною мірою, успішно емулюється), скільки в його непередбачуваності та фізичній взаємодії.

Плагіни — це детерміновані алгоритми. Вони досконалі у своєму моделюванні, але вони передбачувані. Аналогове обладнання є хаотичним. Його недосконалість включає дрейф компонентів через температуру, мінливий рівень шуму та нескінченно складні нелінійності, які фундаментально неможливо ідеально змоделювати в цифровій системі з обмеженою обчислювальною потужністю.

Плагін — це інструмент. Аналоговий пристрій — це співавтор. Фізична взаємодія з ручками та перемикачами та елемент хаосу спонукають до іншого робочого процесу. Вони змушують інженера приймати остаточні рішення і друкувати (commit) звук, замість нескінченного налаштування параметрів плагіна. Саме цей робочий процес та елемент непередбачуваності є фундаментальною частиною творчого процесу та художньої експресії, що продовжує робити аналогове обладнання релевантним у цифрову епоху.

### **2.3. Техніко-технологічні аспекти модульного синтезу (Euro rack) та його роль у створенні унікального тембрального матеріалу**

Модульний синтез у форматі Euro rack є парадоксальним феноменом у

сучасному, переважно цифровому, звуковому просторі. Його відродження та експотенційне зростання з початку 2000-х років, зумовлене технологічною стандартизацією, запропонувало нову (або добре забуту стару) парадигму для створення звуку, що базується на тактильності, нелінійності та відкритій архітектурі. Цей підрозділ аналізує технічні та технологічні основи формату Euro rack, досліджуючи, як саме ці інженерні рішення безпосередньо уможливають створення унікального тембрального матеріалу, що відрізняється від того, який генерується програмним забезпеченням (VST) або закритими апаратними синтезаторами.

## **Стандартизація як основа екосистеми. Технічні специфікації Euro rack**

Успіх Euro rack як домінуючого модульного формату базується не на перевазі однієї компанії, а на чіткому наборі відкритих стандартів, вперше запропонованих компанією Doerfer Musikelektronik у середині 1990-х років. Ці стандарти створили lingua franca, що дозволило сотням незалежних розробників створювати сумісні модулі, перетворивши формат на децентралізовану екосистему.

- **Фізичні стандарти (Форм-фактор)**

Фізична сумісність визначається двома параметрами: висотою панелі та шириною.

- **Висота (U):** Стандартна висота модуля Euro rack становить 3U (три одиниці стандартної 19-дюймової стійки), що дорівнює 128.5 мм.

- **Ширина (HP):** Ширина вимірюється в горизонтальних одиницях (Horizontal Pitch, HP), де 1HP = 5.08\мм або 1/5 дюйма).

Це просте механічне узгодження є фундаментальним економічним та творчим каталізатором. Воно дозволило ентузіастам та бутік-виробникам створювати нішеві, експериментальні модулі з упевненістю, що вони

фізично інтегруються у кейси користувачів поряд з модулями від великих виробників. Це пряма протилежність закритим, пропрієтарним системам, таким як Vuchla або ранні Moog.

- Електричні стандарти (Живлення)

Eurogack використовує трилінійну систему живлення постійного струму (DC), що подається через стрічковий кабель:

- +12V (для живлення більшості аналогових схем)
- -12V (для живлення операційних підсилювачів та інших аналогових компонентів, що потребують біполярного живлення)
- +5V (опціональна лінія, що стала де-факто необхідною для багатьох сучасних цифрових модулів).

Стандарт підключення вимагає, щоб червона смуга на стрічковому кабелі відповідала контактам -12V. Помилкове підключення (зворотне) часто призводить до миттєвого та незворотного пошкодження модуля.

Історично цей стандарт був розроблений для відносно малопотужних аналогових схем Doerfer. Сучасна екосистема Eurogack, насичена потужними цифровими модулями (гранулярними процесорами, wavetable-осциляторами, модулями з ефектами), створює значне навантаження на ці шини, особливо на +12V та +5V. Це вимагає від музикантів ретельного планування – сумування споживаного струму (в міліамперах, mA для кожного модуля та забезпечення, щоб загальне споживання не перевищувало можливостей блоку живлення. Рекомендується залишати »запас (headroom) у 15-20% для забезпечення стабільності системи.

Проблеми зі стабільністю живлення є не лише технічною, але й тембральною проблемою. Імпульсні блоки живлення (SMPS), хоч і легші та ефективніші, можуть вносити високочастотний шум у шини живлення, якщо вони неякісно спроектовані або перевантажені. Цей шум

може просочуватися у чутливі аналогові модулі, такі як VCO або VCA, створюючи небажані (або, в деяких випадках, художньо бажані) артефакти, такі як гул або цифрові перешкоди. Лінійні блоки живлення є значно чистішими, але важчими і менш ефективними. Це змушує артистів, особливо тих, хто виступає наживо, інвестувати у високоякісні кейси з надійним живленням та навіть використовувати секвенсори живлення для запобігання стрибкам струму при ввімкненні.

- Сигнальні стандарти (Напруга)

Керуюча напруга (Control Voltage, CV) є кров'ю модульної системи. Eurorack стандартизує, як модулі спілкуються між собою.

- **Керування висотою тону (Pitch CV):** Домінуючим стандартом є 1V/Oct (Вольт на Октаву), популяризований Бобом Мугом. Це експоненційна система: підвищення керуючої напруги на 1V змушує осцилятор (VCO) підвищити свою частоту рівно на одну октаву (тобто, подвоїти її). Підвищення на 2V призводить до підвищення на дві октави (вчетверо вища частота). Цей стандарт є глибоко інтуїтивним для музикантів з класичною підготовкою і став ключовим фактором, що дозволив взаємодію між модулями різних виробників. Він контрастує з лінійним стандартом Hz/V (Герц на Вольт), що використовувався Korg та Yamaha, який є технічно простішим у реалізації, але менш музично інтуїтивним. Парадоксально, але одна з тембральних переваг аналогового Eurorack криється у недоліку цього стандарту. Аналоговим схемам важко ідеально відстежувати співвідношення 1V/Oct в усьому діапазоні, особливо при змінах температури або старінні компонентів. Ці помилки відстеження (tracking errors) призводять до легкого, плаваючого розстроювання між кількома осциляторами. Це створює багаті акустичні биття та фазові взаємодії, що сприймаються як теплий, жирний аналоговий звук, який VST-плагіни змушені емулювати штучно за

допомогою алгоритмів detune або drift.

- **Аудіо (Audio) та загальне CV:** Рівні аудіосигналів та модулюючих CV у Eurorack значно вищі, ніж у споживчому (-10dBV) або професійному (+4dBu) аудіообладнанні. Стандартом вважається 10Vpp (10 Вольт від піку до піку), що зазвичай означає біполярний сигнал від -5V до +5V. Однак існує творча неоднозначність. Деякі модулі очікують уніполярний CV (наприклад, від 0V до +10V), тоді як інші працюють з біполярним (-5V до +5V). Ця розбіжність є не просто проблемою сумісності, а потужною технікою саунд-дизайну. Подача біполярного LFO (-5V до +5V) на вхід, що очікує уніполярний сигнал, призведе до того, що негативна частина сигналу буде обрізана (clipped) до 0V. Це ефективно змінює форму хвилі керуючого сигналу, створюючи нелінійну, асиметричну модуляцію, яка генерує нові, несподівані тембральні характеристики.

- **Гейти (Gate) та Тригери (Trigger):** Це цифрові (On/Off) сигнали, що використовуються для запуску подій (наприклад, генераторів обвідних). Стандартний рівень On – це позитивна напруга, зазвичай +5V, але може бути й вищою.

### **Таксономія ключових модулів синтезу**

Хоча Eurorack дозволяє створювати будь-яку архітектуру, більшість модулів можна класифікувати за двома основними філософіями синтезу, що історично склалися: East Coast (субтрактивна) та West Coast (адитивна/формування хвиль).

- East Coast (Субтрактивний) Ланцюг

Ця парадигма, що походить від синтезаторів Moog, є найбільш звичною. Звук створюється шляхом віднімання (фільтрації) гармонік з багатого

джерела.

- **VCO (Voltage Controlled Oscillator):** Джерело сирого тембру. Вони генерують багаті на гармоніки форми хвиль (пила, квадрат). Аналогові VCO часто базуються на класичних чіпах (наприклад, AS3340, клон SEM3340), тоді як цифрові VCO значно розширюють палітру. Wavetable-осцилятори (наприклад, Modbar Osiris, Piston Honda) пропонують сотні цифрових хвильових таблиць, дозволяючи складний морфінг тембру, неможливий в аналоговому світі.

- **VCF (Voltage Controlled Filter):** Скульптор тембру, що відсікає або підкреслює частоти.

- **VCA (Voltage Controlled Amplifier):** Контролює амплітуду (гучність) сигналу.

- Модулятори (LFO, ADSR): Генератори обвідних (ADSR) Аудіосигнал (з буфера запису або в реальному часі) розбивається на мікроскопічні гранули, які потім реорганізуються, розтягуються, змінюються за висотою та панорамуються, створюючи хмари звуку.

- *Еволюція:* Mutable Instruments Clouds став культовим для створення ембієнт-текстур. Його наступник, Beads, пропонує значно вищу якість звуку, кращий контроль та менше прихованих функцій, функціонуючи як текстурний синтезатор або гранулярний ревербератор.

Альтернативні підходи: Instruo Arbhar більше орієнтований на семплінг та багатощарову роботу з гранулами. Він має вбудований мікрофон, дозволяє секвенувати гранули і, як правило, краще зберігає характер вихідного аудіо. Qu-Bit Nebulae v2 – це гранулярний семплер з великим буфером (до 5 хвилин) і та можливістю незалежного контролю висоти та швидкості. Його ключова відмінність – відкрита платформа, що дозволяє користувачам завантажувати альтернативні прошивки, написані на Pure Data, Csound або SuperCollider.

Ці модулі не є взаємозамінними; вибір між ними є художнім рішенням,

### **Розділ 3. Акустико-естетичні переваги аналогового звуку та перспективи його розвитку в контексті креативної індустрії**

В епоху цифрової аудіопродукції, що характеризується прагненням до математичної точності та ідеально лінійного відтворення сигналу, спостерігається стійкий та, на перший погляд, парадоксальний феномен: креативна індустрія продовжує високо цінувати та активно шукати звукові характеристики аналогового обладнання.

Цей парадокс «приємної недосконалості» лежить в основі сучасної аудіоестетики.

Тоді як цифрові технології досягли безпрецедентної чіткості, їхній звук часто описують суб'єктивними, але стійкими термінами, такими як «холодний», «стерильний» або «клінічний». На противагу цьому, артефакти, що вносяться аналоговими ланцюгами — лампами, трансформаторами та магнітною стрічкою — асоціюються з бажаними якостями, узагальненими під терміном «аналогове тепло».

Цей розділ має на меті здійснити перехід від суб'єктивної метафори «тепла» до об'єктивного аналізу його фізичних корелят — насамперед, нелінійних спотворень.

Ключове завдання полягає у наданні психоакустичного обґрунтування: чому ці спотворення, які за визначенням є відхиленням від точного сигналу, сприймаються людським слухом не як дефект, а як естетичне збагачення.

Аналіз буде структуровано наступним чином. Спочатку (3.1) буде проведено глибоку деконструкцію феномену «аналогового тепла», досліджуючи його зв'язок з гармонійними спотвореннями, різницю між парними та непарними гармоніками, специфіку різних джерел сатурації та, що найважливіше, психоакустичні механізми, які лежать в основі їхнього позитивного сприйняття, включаючи критику традиційних метрик, як-от Загальний Коефіцієнт Гармонійних Спотворень (THD).

Далі (3.2) фокус зміститься з самого звуку на його вплив на творчий процес, аналізуючи, як тактильність, обмеження та творче використання сатурації формують робочі потоки в студії.

На завершення (3.3) буде розглянуто перспективи розвитку аналогового звуку в сучасному гібридному та цифровому контексті, оцінюючи досконалість сучасних емуляцій та майбутню роль технологій, зокрема штучного інтелекту, у моделюванні цих бажаних нелінійних властивостей.

### **3.1. Феномен «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухача та його психоакустичне обґрунтування**

Феномен «аналогового тепла» є одним з найбільш обговорюваних, проте найменш формалізованих понять у сучасній аудіоінженерії.

Він являє собою набір суб'єктивних слухових вражень, які безпосередньо пов'язані з об'єктивними, вимірюваними нелінійностями, притаманними

аналоговим аудіосистемам.

Цей підрозділ надає технічний та психоакустичний аналіз цього явища, пояснюючи, яким чином фізичні артефакти трансформуються у бажаний естетичний досвід.

### **Деконструкція «Тепла». Суб'єктивне сприйняття та фізична реальність**

Термін «аналогове тепло» є узагальнюючим поняттям, що охоплює широкий спектр суб'єктивних дескрипторів, які аудіоінженери та слухачі використовують для опису звуку, обробленого певним аналоговим обладнанням.

Дослідження галузевої термінології виявляє стійкі патерни у цих описах. Звук характеризується як такий, що має «округлий тон» (rounded tone), «відсутність різкості» (lack of harshness) та «потужну шовковисту нижню середину» (powerful and silky lower mid range). Інші описи включають «багатий», «повний» та «глибокий» тембр. В основі цих описів лежить сприйняття «комплексних недосконалостей» (complex imperfections), що включають не лише тембральні зміни, але й ледь помітні артефакти, як-от шум, незначний дрейф висоти тону та, найголовніше, насичення (saturation).

Одним з ключових позитивних ефектів, що приписуються «теплу», є здатність «зливати» (blended together) інструменти у міксі. Це явище, яке часто називають «клеєм» (glue), створює відчуття, що окремі доріжки стають єдиним, когезивним цілим.

Фізична реальність, що лежить в основі цих суб'єктивних вражень, — це, насамперед, нелінійні спотворення (non-linear distortion). В ідеальній (лінійній) системі вихідний сигнал є точною копією вхідного, відрізняючись лише амплітудою.

Аналогові системи за своєю природою є нелінійними. Коли вхідний

сигнал перевищує оптимальний робочий діапазон аналогової схеми (наприклад, лампового підсилювача, транзисторного каскаду) або носія (магнітної стрічки), система входить у режим сатурації (насичення). У цьому стані система більше нездатна лінійно відтворити пікові значення сигналу.

Фундаментальна відмінність між аналоговим та цифровим перевантаженням полягає у способі обробки цих піків:

- Аналогове «М'яке Відсікання» (Soft Clipping): В аналогових системах, зокрема у лампах та на магнітній стрічці, перехід до насичення є поступовим.

Піки сигналу не зрізаються раптово, а плавно «заокруглюються». Цей процес, окрім генерації гармонік, діє як природний компресор, м'яко контролюючи динамічний діапазон.

- Цифрове «Жорстке Відсікання» (Hard Clipping): У цифрових системах (без спеціального моделювання) перевищення максимального рівня (0dBFS) призводить до миттєвого та різкого «зрізання» (shearing) піків. Це генерує високочастотні, часто дисонансні гармоніки, які сприймаються як неприємний «тріск» або «цифрова різкість».

Таким чином, «аналогове тепло» є не єдиним явищем, а комплексним терміном, що описує одночасну дію щонайменше трьох окремих ефектів:

1. Зміна тембру (додавання нових гармонік до сигналу) <sup>1</sup>;
2. Динамічний контроль (компресія та «м'яке відсікання» піків) <sup>1</sup>;
3. Зміна частотної характеристики (наприклад, природний спад високих частот та підйом на низьких частотах, характерний для магнітної стрічки).

Розуміння цієї тріади пояснює, чому існує така велика різноманітність програмних та апаратних інструментів для додання «тепла»: одні є суто сатураторами (фокусуєтесь на гармоніках), інші — компресорами

(фокусуючись на динаміці), а треті (наприклад, емулятори стрічки) поєднують усі три компоненти.

Різні типи аналогового обладнання генерують різні «коктейлі» гармонік, що визначає їхній унікальний звуковий підпис.

Перехід від загальної теорії гармонік до конкретної реалізації в обладнанні є ключем до розуміння нюансів «тепла».

Лампові підсилювачі (Vacuum Tubes):

Механізм роботи лампи, заснований на термоелектронній емісії, за своєю природою є нелінійним.

Особливо це стосується однокінцевих (single-ended) схем, побудованих на триодах (наприклад, у конфігурації Class A).

Такі схеми природним чином генерують потужний спектр парних гармонік, з домінуванням 2-ї гармоніки. Саме ця 2-га гармоніка є основним джерелом класичного «лампового тепла», яке описують як «органічне» та «музичне». Окрім гармонік, лампи забезпечують «природну компресію» та «м'яке відсікання» при перевантаженні.

Важливо зазначити, що поширене уявлення «всі лампи = парні гармоніки» є надмірним спрощенням.

Наприклад, двокінцеві (push-pull) схеми, які часто використовуються у потужних підсилювачах, розроблені спеціально для того, щоб скасувати (завдяки симетрії) парні гармоніки, що призводить до домінування непарних (переважно 3-ї). Це демонструє, що топологія схеми є не менш важливою, ніж сам активний елемент.

Насичення магнітної стрічки (Tape Saturation):

Насичення стрічки відбувається, коли магнітні частинки оксиду заліза (або хрому) на поверхні стрічки досягають своєї максимальної намагніченості (магнітної індукції) під дією сигналу від записуючої голівки. Коли всі частинки поляризовані, подальше збільшення сигналу неможливе, що призводить до

компресії та спотворень.

Гармонійний профіль стрічки є складним і генерує як парні, так і непарні гармоніки. Всупереч деяким поширеним міфам (які приписують стрічці лише непарні), її звук є комплексним.

Однак, багато джерел сходяться на тому, що домінуючим артефактом сатурації стрічки є 3-тя гармоніка, яка додає «яскравість» та «панч».

Найважливіше розуміти, що «звук стрічки» — це системне явище, яке виходить за межі гармонік. Воно включає:

- **Динамічну компресію:** «М'яке відсікання» та заокруглення піків, що особливо ефективно для контролю транз'єнтів (коротких піків, як-от удар барабана).

- **Зміну АЧХ:** Стрічка має нелінійну частотну характеристику. Вона природним чином «зрізає» (attenuates) крайні високі частоти (що суб'єктивно посилює сприйняття «тепла») та часто має невеликий «горб» (bump) у низькочастотному діапазоні, що додає «ваги».

- **Механічні артефакти:** Як механічна система, стрічкопротяжний механізм вносить ледь помітні коливання швидкості: «wow» (повільні коливання) та «flutter» (швидкі коливання). Ці мікро-зміни висоти тону додають звуку «живе», «органічне» відчуття, якого немає у статичному цифровому записі.

Трансформатори та індуктори:

Це часто ігнорований, але критично важливий компонент «аналогового тепла». Трансформатори, що використовуються на вході та виході багатьох класичних приладів (наприклад, у мікшерних консолях Neve або API), додають власні нелінійності, особливо на низьких частотах. Вони збагачують звук, додаючи ваги та «характеру».

Вирішення поширених суперечностей показує, що надмірне спрощення «лампі = парні, стрічка = непарні» є помилковим.

Як зазначалося, топологія лампового підсилювача (однотактна проти двотактної) кардинально змінює його гармонійний профіль. Аналогічно, профіль стрічки залежить від типу плівки, швидкості запису та рівня калібрування (bias). Проте домінуючою асоціацією, яка є корисною як евристика, залишається те, що класичні тріодні схеми (Class A) найсильніше асоціюються з «теплом» 2-го порядку, тоді як стрічка та двотактні схеми сильніше асоціюються зі спотвореннями 3-го порядку.

### **3.2. Вплив аналогової парадигми на творчий процес композитора та виконавця (концепція «hardware-based» творчості)**

Сучасне музичне виробництво нерозривно пов'язане з парадигмою Digital Audio Workstation (DAW), або «In-the-Box» (ITB).

Ця технологія здійснила революцію у креативній індустрії, демократизувавши доступ до інструментів студійного рівня та запропонувавши потужну, нескінченно гнучку «студію в коробці». Проте ця ж парадигма «безмежних можливостей» породжує унікальний набір психологічних та когнітивних викликів, які безпосередньо впливають на творчий процес.

Відродження інтересу до апаратного («hardware-based») підходу є не просто ностальгією, а свідомою когнітивною стратегією для подолання обмежень, іманентно властивих цифровому середовищу.

### **Психологічний ландшафт цифрової студії. «Параліч вибору» та когнітивне тертя**

Технологічна всюдозволеність DAW, усунувши економічні та технічні

бар'єри, парадоксально встановила новий психологічний бар'єр: когнітивне перевантаження.

Центральним проявом цієї проблеми є феномен «паралічу вибору» (Option Paralysis), який визначається як нездатність прийняти рішення через надмірну кількість варіантів.

У контексті DAW цей стан є добре знайомим для продюсерів: він проявляється як нескінченний перегляд пресетів VST-синтезаторів, вибір одного з сотень плагінів ефектів або прослуховування гігабайтних бібліотек семплів. Митці описують, як вони «застрягають» у циклі пошуку «ідеального» звуку, що призводить до неможливості завершити твір. Цей процес підвищує загальне когнітивне навантаження, оскільки мозок перевантажений постійним аналізом варіантів.

Більше того, робота в DAW є переважно візуально-домінуючою. Продюсери проводять години, «дивлячись на екран», взаємодіючи зі звуком через візуальні метафори, такі як piano roll, хвильові форми та скевоморфні інтерфейси плагінів. Це створює фундаментальну семантичну та робочу відмінність.

Користувачі апаратного забезпечення описують свій процес як «гру» (playing), тоді як робота в DAW часто асоціюється з «програмуванням» (programming) або «конструюванням» (constructing). Ця різниця є ключовою: «програмування» передбачає логічний, покроковий та аналітичний підхід, тоді як «гра» — інтуїтивний, тілесний та безперервний.

Таким чином, парадигма DAW змінила сам локус творчості. З її нелінійним доступом та нескінченними можливостями скасування (Undo), естетична мета змістилася з захоплення унікального, живого виконання на побудову технічно досконалого продукту.

Як зазначають музиканти, в DAW «немає виправдання для недосконалого запису». Складні режими автоматизації (Read, Write, Touch, Latch) є

інструментами мікро-редагування та пост-продакшену, а не живого виконання.

Це створює культуру технічного перфекціонізму, яка може девальвувати людську унікальність виконання на користь цифрової бездоганності.

### **Дефіцит породжує креативність**

На противагу цифровому достатку, аналогова парадигма пропонує контрінтуїтивну, але потужну перевагу: обмеження як каталізатор творчості.

Ця теза, чітко сформульована Девідом Бірном («Обмеження роблять вас більш креативними та продуктивними»), є центральною для розуміння «hardware-based» філософії.

Ключова відмінність аналогового робочого процесу — це вимога «зобов'язання» (commitment). При роботі з аналоговою плівкою, де відсутня функція «Undo», кожне рішення є вагомим.

Процес запису є деструктивним — перезапис стирає попередній дубль. Це виховує «творчу дисципліну». Музиканти змушені бути краще підготовленими, більш зосередженими та здатними «видати свій найкращий результат у даний момент». Це сприяє «ясності бачення», оскільки унеможлиблює «нескінченне редагування та мікроменеджмент», притаманні DAW. Навіть у сучасному гібридному середовищі, продюсери, як-от Блейк Морган, свідомо приймають «аналоговий підхід у цифровому світі», записуючи так, ніби вони працюють з плівкою, і зосереджуючись на якості кожного окремого виконання.

«Зобов'язання», яке вимагає аналоговий процес, має не лише художній, але й економічний та часовий виміри.

У доцифрову еру студійний час та плівка були дорогими та обмеженими ресурсами. Психологічний елемент «бронювання часу» в студії та той факт, що годинник цокає, а плівка закінчується, діяли як потужний зовнішній тиск.

Цей тиск змушував до рівня підготовки та концентрації, який просто не є необхідним у «безкоштовному» та «нескінченному» середовищі DAW.

Яскравим прикладом цієї філософії є Джек Вайт. Він відкрито заявляє: «Я створюю для себе труднощі», навмисно використовуючи застаріле обладнання, як-от 8-доріжкові магнітофони. Посилаючись на The Beatles, які записували складні альбоми на 4 доріжки, він запитує: «Якщо ми не можемо зробити це на 8 доріжках... то що ми тут робимо?». Для Вайта «звуження» (constriction) можливостей є перевагою.

Воно змушує музикантів бути «зібраними» (locked in) і приймати рішення про аранжування (наприклад, запис басу та барабанів на одну доріжку) під час виконання, а не під час зведення. Він протиставляє це ProTools, де можна легко додавати доріжки, та плівці, де «ви не змінюєте речі легко». Це філософія документування події, а не створення ілюзії.

Там, де Джек Вайт створює обмеження через обладнання, Браян Іно формалізував цей процес психологічно.

Його «Обхідні стратегії» (Oblique Strategies) — це механізм для навмисного впровадження обмежень.

Іно розробив їх для подолання «паніки» в студії, коли митці, загнані у глухий кут, обирають найбільш очевидний, але нетворчий шлях. Карти (наприклад, «Вшануй свою помилку як прихований намір») діють як зовнішні обмежувачі, що змушують відмовитися від паралізуючого вибору та слідувати одному, часто нелогічному, шляху.

Стратегії Іно та Вайта є, по суті, формами штучного дефіциту.

Проблема DAW — це параліч, спричинений надлишком достатку. Аналоговий світ мав природний дефіцит (обмежені доріжки, вартість плівки). Оскільки цей природний дефіцит більше не існує, митці змушені штучно його нав'язувати (через карти, застаріле обладнання, самообмеження) як свідому психологічну стратегію для обходу паралічу нескінченного вибору.

## Втілена когнітивістика (Embodied Cognition) та фізичний інтерфейс

Фундаментальна відмінність між двома парадигмами лежить не лише у психології обмежень, але й у когнітивній науці взаємодії.

Апаратне забезпечення пропонує «тактильний, практичний підхід» — творчість відбувається через фізичну маніпуляцію ручками, кнопками та фейдерами. Це прямо контрастує з візуально-домінуючою та непрямую взаємодією в DAW («прокручування меню мишею»), де маніпулювання параметрами VST за допомогою миші описується як «складне» та «неточне».

Теоретичною основою для розуміння цієї різниці є **втілена когнітивістика** (Embodied Cognition). Ця теорія стверджує, що наші когнітивні процеси (мислення, прийняття рішень) нерозривно пов'язані з нашим тілом та його сенсомоторною взаємодією зі світом. Ми «осмислюємо» абстрактні завдання, як-от аудіомікшування, через фізичні метафори та попередній сенсомоторний досвід.

Ключовою концепцією в цьому полі є «інструмент як розширення тіла» (instrument as extension of the body). Вона стверджує, що завдяки «тривалій практиці» фізичний музичний інструмент інтегрується в «систему координації тіла» музиканта. Кінцевою метою є досягнення «прозорості» (transparency): інструмент «зникає зі свідомості», дозволяючи виконавцю зосередитися на художньому намірі, а не на операції керування інструментом. Цей стан досягається завдяки «м'язовій пам'яті» та дизайну «одна функція — одна ручка» (knob-per-function), що забезпечує «безпосередність» (immediacy).

Гаптичний (дотиковий) зворотний зв'язок є критично важливим каналом даних у цьому процесі. Фізичний опір фейдера, текстура ручки або «клік» кнопки — це інформація, яку мозок обробляє несвідомо.

Робота в DAW, будучи аудіо-візуальною, позбавлена цього каналу.

Тут виникає фундаментальний когнітивний конфлікт: інтерфейс DAW є

метафорою, тоді як апаратний інтерфейс є реальністю.

Інтерфейси DAW та плагінів часто є «скевоморфними» — вони візуально імітують аналогове обладнання.

Однак взаємодія з цією візуальною метафорою відбувається через непрямий, універсальний інструмент — комп'ютерну мишу.

Це створює когнітивний дисонанс. Апаратний синтезатор — це не метафора; це і є синтезатор.

Взаємодія 1:1. DAW — це візуальна метафора, якою керують через відірвану фізичну дію (рух мишею).

Цей розрив є джерелом «незграбного» (clunky) відчуття.

Саме теорія «розширення тіла» пояснює, чому VST-плагін, керований навіть багатофункціональним MIDI-контролером, не дає того ж когнітивного ефекту.

«Прозорість» вимагає «тривалої практики» з фіксованим інтерфейсом.

Тіло («м'язова пам'ять») вивчає один конкретний об'єкт. Універсальний MIDI-контролер не є фіксованим;

його ручки перепризначаються (mapped) для кожного окремого VST-плагіна. Тіло не може досягти «прозорості» з інтерфейсом, що постійно змінюється.

Тому взаємодія залишається на свідомому рівні («Я призначаю цю ручку на зріз фільтра»), замість того, щоб стати несвідомим, втіленим актом «гри».

### **Порівняльний аналіз творчих станів «Потік» проти «Фрагментації»**

Кінцевий вплив цих парадигм найчіткіше видно при аналізі «стану потоку» (flow state).

Цей стан, визначений Мігаєм Чиксентмігаї, описує повне занурення в діяльність, що характеризується втратою его, спотворенням часу та відчуттям,

що «кожна дія... неминуче впливає з попередньої». Ворогами «потoku» є переривання, надмірне обмірковування та «технічне тертя» (technical friction).

«DAWless» або «Out-of-the-Box» (OOTB) підхід обирають саме для зменшення тертя. Наявність усіх елементів керування «прямо перед тобою» та «безпосередність» апаратного забезпечення дозволяє митцю залишатися в «творчій зоні». Ідеї реалізуються інтуїтивно, не перериваючи процес думки. Навпаки, DAW може «вбити натхнення» через «параліч рішень». Необхідність зупинити музику, щоб знайти мишу, відкрити меню, завантажити плагін або ігнорувати сповіщення, фрагментує творчий процес і вибиває зі стану «потoku».

Це призводить до ключової психологічної різниці: для багатьох adeptів апаратного забезпечення, процес створення є настільки ж (або навіть більш) важливим, ніж кінцевий продукт. Вони описують цей процес як «веселий» (fun), «розслаблюючий», «органічний» та «людський». Це «подорож», де кінцевий пункт не завжди відомий.

Найкраще це описує концепція «пісочниці» (sandbox). Аналогова/апаратна зона — це «пісочниця для ідей».

Процес у ній «брудний і нелінійний, але грайливий і продуктивний». Цифровий домен (DAW) використовується пізніше для «захоплення, редагування, перегляду».

Таким чином, сучасний OOTB рух є не стільки відмовою від цифрових технологій, скільки свідомою біфуркацією (розділенням) двох фундаментально різних когнітивних етапів: генерації ідей (гра) та виконання/редагування (виробництво).

Апаратна парадигма змушує до цього розділення. Вона створює фізичний простір для «гри» та «потoku», фізично усуваючи інструменти перфекціонізму (DAW).

Творчий процес стає двофазним: дивергентна фаза (гра, експеримент) з апаратним забезпеченням; та конвергентна фаза (редагування, структурування) з

програмним забезпеченням.

Отже, популярна суперечка «Hardware vs. Software» насправді є хибною дихотомією.

Переважає більшість митців використовує гібридний підхід. Справжня напруга існує не між аналогом і цифрою, а між двома **філософіями робочого процесу**: інтегрованим (який змішує творчість і редагування в DAW) та розділеним (який стверджує, що для досягнення «потoku», акт створення має бути фізично та психологічно відокремлений від акту редагування).

### **Онтологічна різниця та «тілесність» звуку**

Аналіз показує, що вибір між апаратним та програмним забезпеченням є не просто технічним чи естетичним рішенням.

Це фундаментальний вибір когнітивного режиму роботи. Це вибір між двома різними онтологічними станами: бути в процесі створення музики (грати) та керувати процесом створення музики (редагувати).

Цю дихотомію найкраще підсумовує філософська концептуалізація: «тілесність апаратного забезпечення проти ефемерності програмного забезпечення» (hardware fleshiness against software etheriality).

«Тілесність» (Fleshiness) описує фізичну, відчутну, «бажану та надихаючу» природу апаратного забезпечення. Це об'єкт, який можна «тримати в руках». Ця тактильність сама по собі «розпалює творчість». Апаратне забезпечення має присутність.

«Ефемерність» (Etheriality) описує безтілесну, екранну, нематеріальну природу програмного забезпечення. Воно пропонує «неймовірну безмежність можливостей», але водночас може призвести до «марності пресетів» та «нудьги».

На завершення, аналогова парадигма та її сучасне «hardware-based» втілення є не ретроградним рухом, а свідомою творчою стратегією.

Вона слугує для того, щоб знову залучити тіло та психологію зобов'язання у творчий акт.

Вона переорієнтовує митця з нескінченного потенціалу (і супутнього паралічу) віртуального продукту на відчутну безпосередність (і потік) фізичного процесу.

Це змінює сам акт створення музики: з процесу конструювання та редагування на процес живого, втіленого виконання.

### **3.3. Прогнозування еволюції аналогових технологій у контексті розвитку гібридних електронних інструментів**

Еволюція аналогових технологій у креативних індустріях не свідчить про їхнє зникнення; натомість, вона вказує на фундаментальну зміну їхньої ролі.

Із мозку обчислювальних музичних систем, яким аналог був у 1970-х роках, він трансформується у серце або душу — керований компонент, що цінується за естетично бажані нелінійності, які важко відтворити цифровими методами.

Попит на аналогові пристрої ґрунтується на потужних психоакустичних та естетичних перевагах.

На відміну від цифрових систем, що прагнуть до точності та ідеального відтворення, аналогові системи визначаються флуктуаційними сигналами, теоретично нескінченною роздільною здатністю та деградацією з часом або на відстані.<sup>1</sup> Саме ця деградація, що колись вважалася технічним недоліком, тепер є комерційною перевагою, надаючи звуку теплоту, текстуру та відчуття прожитої недосконалості. Аналогові системи, що функціонують на межі порядку та хаосу, створюють несподівані результати, які виникають органічно, надаючи творчому процесу елемент ризику та інтуїтивності.

Ці недоліки — гармонійні спотворення, насичення, флуктуації та

нелінійності — стали головними естетичними маркерами аналогового звуку.

Водночас, новітні дослідження вказують на те, що потенціал аналогових схем виходить за межі виключно аудіосинтезу. Які дослідження?

Інноваційні роботи з імплементації аналогових психоакустичних моделей (що використовуються, наприклад, у цифровому алгоритмі MP3) на польових програмованих аналогових масивах (FPAА) демонструють радикально новий вектор розвитку. Ці дослідження показують, що аналогова реалізація складних обчислювальних завдань, що імітують людське сприйняття, може мати надзвичайно низьке енергоспоживання — порядку 10 мкВт. Це у тисячі разів ефективніше за цифрові сигнальні процесори (DSP), що виконують ті ж завдання.

Таким чином, майбутнє аналогових технологій може полягати у створенні гібридних ко-процесорів для мобільних пристроїв та edge devices, де аналогові схеми виконують завдання компресії або аналізу в реальному часі значно ефективніше.

Центральна проблема, яку вирішує сучасна індустрія, полягає в тому, як інтегрувати ці бажані, але непередбачувані аналогові компоненти у стабільні, керовані та відтворювані робочі процеси, що базуються на цифрових аудіостанціях (DAW).

Еволюція аналогу в найближчі роки визначатиметься трьома основними векторами: гібридизацією архітектур, впровадженням нових протоколів керування (зокрема MIDI 2.0) та розробкою глибоких програмно-апаратних інтеграцій.

### **Парадигма гібридизації. Майбутнє аналогу – цифрове керування**

Теза про те, що чистий аналог (pure analog) повертається, є лише частково

вірною.

У сегменті поліфонічних інструментів повністю аналогові сигнальні шляхи стають дедалі дорожчим та нішевим рішенням.

Майбутнє масового ринку, як свідчать тенденції 2024-2025 років, однозначно належить гібридним архітектурам.

Вони поєднують найкраще з обох світів: цифрову гнучкість, стабільність та обчислювальну потужність з аналоговою естетикою та характером.

Аналіз ринкових тенденцій, зокрема на виставках NAMM та Superbooth 2024-2025, підтверджує цей зсув. (де взяті дані, автори, № зі списку літератури)

Хоча компанія Korg проголосила на NAMM 2024 гасло Digital is the new analog, аналіз їхніх новинок (KingKORG Neo, microKORG 2) свідчить радше про повернення до технології віртуального аналогу (VA) 1990-х років, аніж про справжню інновацію. Набагато показовішим є стійкий успіх їхньої моделі Korg minilogue xd — ідеального прикладу сучасної гібридної моделі.

Цей синтезатор поєднує два аналогових осцилятори (VCO) з цифровим Multi-Engine (що підтримує FM, wavetable та користувацькі осцилятори через Logue SDK), за яким слідує аналоговий фільтр (VCF).

Інші виробники наслідують цю філософію цифрове ядро, аналогове забарвлення:

- Behringer GRIND: Анонсований у 2024 році, цей синтезатор є квінтесенцією гібридного підходу.

Він пропонує широкий вибір цифрових осциляторів (включаючи VA, wavetable, FM та емуляції класичних чіпів) з аналоговим 24дБ драбинковим фільтром.

- **Arturia**: Успіх лінійки Freak (MicroFreak та MiniFreak) ґрунтується на тій самій філософії: потужні та різноманітні цифрові осцилятори, що живлять аналоговий фільтр.

- Преміум-сегмент: Навіть дорогі інструменти, такі як Sequential

Prophet rev2 або UDO Super 6, є гібридами, що поєднують цифрово-керовані осцилятори (DCO) або FPGA-осцилятори зі складними аналоговими сигнальними трактами.

Спостерігається чіткий розподіл праці. Цифрові технології беруть на себе завдання, що вимагають обчислювальної потужності, пам'яті та стабільності: генерація складних форм хвиль (wavetable, FM, адитивний синтез), поліфонія, збереження та виклик пресетів, генератори модуляції (LFO) та огинаючі, а також цифрові ефекти.

Аналогові технології зберігаються у тих вузлах, де їхня нелінійність є найбільш естетично цінною: фільтри (VCF) та підсилювачі/схеми насичення (VCA/saturation). Аналоговий фільтр стає, по суті, фінальним естетичним процесором, що надає характер стерильному цифровому джерелу.

Новий етап гібридизації демонструє екосистема Arturia MiniFreak. Вона складається з апаратного гібридного синтезатора (MiniFreak) та його програмного близнюка — VST-плагіна MiniFreak V. Цей підхід вирішує історичний конфлікт між апаратним та програмним забезпеченням.

Музикант отримує тактильний досвід та фізичний аналоговий фільтр від апаратного забезпечення, але водночас повну інтеграцію, автоматизацію та функцію total recall у DAW через VST-версію. Апаратне забезпечення, по суті, стає преміальним контролером та DSP-донглом для власного плагіна, що містить його найцінніший актив — аналоговий компонент.

Прогнозується, що саме ця модель цифрове ядро + аналоговий фільтр стане домінуючою на ринку у найближчі 5-10 років.

Чисто аналогові поліфонічні синтезатори (такі як нещодавнє перевидання Korg PS-3300) залишаться в ультимативному преміум-сегменті для колекціонерів та студій вищого класу, тоді як гібриди повністю захоплять ринок професійних музикантів завдяки незрівнянно вищій гнучкості, стабільності та інтеграції у сучасні робочі процеси.

## **Наступний рубіж управління: Інтеграція MIDI 2.0 та експресивний контроль**

Найбільшим обмеженням для експресивного контролю над аналоговими синтезаторами протягом останніх 40 років був не сам аналоговий тракт, а цифровий протокол керування — MIDI 1.0.

Новий стандарт MIDI 2.0 долає фундаментальні обмеження роздільної здатності старого протоколу і обіцяє розкрити повний динамічний та експресивний потенціал сучасних гібридних інструментів.

Проблема MIDI 1.0 полягала у його 7-бітній архітектурі. Це обмежувало будь-який контролер (CC), такий як зріз фільтра, та швидкість натискання клавіші (velocity) лише 128 кроками.

При спробі плавної зміни параметра (наприклад, повільного відкриття аналогового фільтра) цей 7-бітний ліміт створює чутний ефект сходинок (zippering) — дискретні кроки замість плавного руху.

Це є анафемою для органічної, плавної природи аналогових схем. Крім того, ключові експресивні контролери, як-от Pitch Bend, були монофонічними (загальними для всіх нот на каналі).

Проміжним рішенням стало MPE (MIDI Polyphonic Expression). MPE був своєрідним хаком протоколу MIDI 1.0, що використовував кілька MIDI-каналів одночасно (по одному на кожну ноту) для передачі по-нотної експресії.

Інструменти, що підтримують MPE, такі як Expressive E Osmose, продемонстрували величезний потенціал такого підходу, але він залишався складним у налаштуванні та не був нативно підтриманий усіма DAW.

MIDI 2.0 — це технічна революція, що нативно впроваджує ці можливості та значно їх розширює:

- Висока роздільна здатність: Усі контролери (CC) тепер мають

32-бітну роздільну здатність (понад 4 мільярди кроків).

Швидкість натискання (velocity) зросла до 16 біт (65 536 кроків). Це експоненціальне зростання повністю усуває проблему zippering і за своєю плавністю нарешті зрівнюється з аналоговим керуючим сигналом (Control Voltage, CV).

- **По-нотна експресія (Per-Note Control):** Стандарт нативно підтримує передачу індивідуальних команд Pitch Bend, CC та атрибутів (наприклад, специфічної артикуляції) для кожної окремої ноти в поліфонічному акорді.

- **Розширені канали та комунікація:** Стандарт розширює кількість каналів до 256 (16 груп по 16 каналів) та, що найважливіше, є двонаправленим (Bidirectional), дозволяючи пристроям обмінюватися даними про свої можливості (Property Exchange).

MIDI 2.0 є необхідною еволюційною ланкою, що поєднує цифровий контроль та аналоговий звук.

Він дозволяє цифровому мозку гібридного інструмента керувати кожною окремою аналоговою голосовою картою з безпрецедентною точністю та експресією.

По-нотний контроль ідеально пасує до поліфонічних гібридних архітектур, таких як Waldorf Iridium або Arturia PolyBrute. Музикант зможе взяти акорд і, не відпускаючи клавіш, змінити тембр (наприклад, зріз аналогового фільтра або модуляцію) лише однієї ноти в акорді, імітуючи складну нелінійну поведінку, раніше притаманну лише модульним системам.

Станом на 2024-2025 роки, впровадження стандарту вже почалося. Нові продукти, такі як майстер-клавіатури StudioLogic SL MK2 та синтезатор Waldorf Iridium, вже підтримують MIDI 2.0.

MIDI Association активно просуває стандарт через нагороди (MIDI Innovation Awards) та співпрацю з ключовими розробниками (Ableton, Moog,

Native Instruments).

Проте, існує значний ризик фрагментації впровадження. Дискусія у професійних спільнотах висвітлила суперечку щодо вимоги MIDI Association про щорічну плату в розмірі \$250 за SysEx ID, необхідний для сертифікації пристроїв MIDI 2.0. Великі корпорації (Korg, Arturia, Moog) легко інтегрують цю вартість у розробку.

Однак, значна частина інновацій в аналоговому світі походить від малих бутікових виробників та DIY-спільноти (наприклад, у форматі Eurogack). Для них ця плата може стати фінансовим бар'єром. Це може призвести до розколу ринку: великі гібридні виробники швидко впровадять MIDI 2.0, тоді як чисто аналоговий та модульний сегменти будуть його ігнорувати, покладаючись, як і раніше, на стандарт CV/Gate.

Це лише поглибить технологічний та філософський розрив між двома світами.

## **Програмно-апаратні рішення: Уроки Total Integration та триумф Overbridge**

Гібридизація стосується не лише архітектури інструментів, але й робочого процесу (workflow).

Майбутнє аналогових технологій безпосередньо залежить від їхньої безшовної інтеграції в цифрове студійне середовище (DAW), і ця інтеграція виходить далеко за межі простої передачі MIDI-нот та аудіосигналів.

Історичною ретроспективою та суворим попередженням слугує доля технології Total Integration (TI) від компанії Access для синтезаторів Virus TI. У свій час це була революція: апаратний синтезатор підключався через USB і з'являвся у DAW як VST/AU плагін. Це надавало повний графічний контроль, автоматизацію всіх параметрів та, що найважливіше, передачу аудіо з sample-accuracy (точністю до семпла), що повністю вирішувало проблеми

затримки MIDI.

Проте, модель Total Integration зазнала краху через свою пропрієтарну природу.

Компанія Access фактично припинила оновлення драйверів для сучасних операційних систем.

Як результат, VST-інтеграція стала застарілою, не працює належним чином на сучасних версіях macOS, і власники дорогого обладнання змушені використовувати сторонні редактори (як-от Patchbase) або повертатися до архаїчного підключення через окремі MIDI та аудіо кабелі.

Сучасним стандартом де-факто для глибокої інтеграції стала технологія Elektron Overbridge. Компанія Elektron взяла ідею Total Integration і суттєво її вдосконалила.

Overbridge 2 також пропонує VST/AU плагін для повного редагування та автоматизації. Але його ключова перевага і головна цінність — це багатоканальний аудіострімінг через USB.

Наприклад, модель Syntakt може одночасно передавати 12 паралельних аудіодоріжок безпосередньо в DAW. Це перетворює апаратний пристрій на повноцінний аудіоінтерфейс, вирішуючи фундаментальну проблему студійного робочого процесу: необхідність у великій кількості аудіовходів на звуковій карті та кабельний безлад. Саме ця практична цінність (багатоканальне аудіо), яка виходить за межі простого редагування (що можна зробити і через MIDI), виправдовує залежність від пропрієтарного драйвера і пояснює успіх Overbridge там, де Virus TI зазнав невдачі.

Альтернативний підхід, який обирають багато виробників (Moog, Sequential, Arturia), — це VST-редактори без аудіо.<sup>1</sup> Вони надають зручний інтерфейс для керування параметрами, автоматизації та збереження пресетів у проекті DAW, але аудіосигнал передається через традиційні аналогові виходи. Урок, який індустрія винесла з невдачі Virus TI, полягає в тому, що

довгострокова життєздатність програмно-апаратної інтеграції обернено пропорційна її залежності від пропрієтарних драйверів для конкретних операційних систем.

Прогнозується, що у найближчі роки ринок програмно-апаратної інтеграції розділиться на два шляхи:

**1. Шлях 1 (Преміум/Пропрієтарний):** Високошвидкісні рішення, як Overbridge, залишаться стандартом для преміум-сегменту, особливо для грувбоксів та драм-машин, де вирішення проблеми багатоканального запису є критичним.

**2. Шлях 2 (Стандартизований/Масовий):** Для більшості аналогових та гібридних синтезаторів MIDI 2.0 стане універсальним Overbridge для керування.

Це стане можливим завдяки двонаправленій функції Property Exchange. DAW зможе автоматично надіслати запит до підключеного синтезатора (наприклад, Arturia Polybrute) і отримати у відповідь повний список його параметрів, їхні назви, діапазони та 32-бітну роздільну здатність.

На основі цих даних DAW зможе автоматично згенерувати інтерфейс (GUI) для керування.

Це зробить сторонні та навіть офіційні VST-редактори непотрібними.

Така інтеграція буде стандартизованою, відкритою та надійною, оскільки вона не залежатиме від пропрієтарних драйверів, які можуть зламатися з наступним оновленням операційної системи.

### **3.4. Робочий процес звукорежисера електронної музики та сучасні тенденції**

У сучасному культурному ландшафті електронна музика перестала бути

нішевим жанром, перетворившись на доміную стилеву особливість, що пронизує як популярну культуру, так і авангардне мистецтво. У цьому контексті фігура звукорежисера зазнала радикальної онтологічної трансформації. Традиційна дихотомія між композитором, виконавцем та інженером запису, характерна для епохи аналогового звукозапису, фактично зникла, поступившись місцем конвергентній ролі «продюсера» — творця, який одночасно генерує музичні ідеї, формує тембральну палітру та здійснює технічну реалізацію твору.<sup>1</sup> Цей розділ присвячено всебічному аналізу робочого процесу (workflow) сучасного творця електронної музики, розглядаючи його не лише як сукупність технічних операцій, але як складний соціокультурний феномен, що формується під впливом технологічного детермінізму, естетики метамодернізму та економіки уваги.

Історично студія звукозапису розглядалася як документальний інструмент, призначений для фіксації акустичної реальності з максимальною вірністю. Однак, починаючи з експериментів середини ХХ століття і теоретичних праць Браяна Іно, студія еволюціонувала в «композиційний інструмент». Іно стверджував, що можливість маніпулювати записаним звуком перетворює його на пластичний матеріал, подібний до глини в руках скульптора. У сучасному цифровому середовищі ця філософія досягла свого апогею: звукорежисер більше не «записує» подію, а «конструює» її. Цей перехід від парадигми «capture» (захоплення) до парадигми «constructivism» (конструювання) є фундаментальним для розуміння сучасної електронної музики.

Аналіз робочого процесу вимагає розгляду взаємодії людини з інтерфейсом цифрової звукової робочої станції (DAW), яка виступає не просто інструментом, а когнітивним середовищем, що визначає спосіб музичного мислення.<sup>8</sup> Ми простежимо, як технічні можливості (affordances) програмного забезпечення впливають на композиційні рішення, як ностальгія за аналоговим звуком співіснує з футуристичним саунд-дизайном, та як штучний інтелект

починає переписувати правила гри, ставлячи під сумнів саме поняття авторства.

Центральним елементом сучасного виробничого циклу є DAW (Digital Audio Workstation). Проте, розглядати DAW виключно як заміну магнітофона та мікшерного пульта було б помилкою. Дослідження вказують на те, що інтерфейс та функціонал DAW мають прямий вплив на креативність, формуючи те, що можна назвати «технологічно опосередкованою композицією».

Одним із найбільш значущих зрушень, спричинених поширенням DAW, зокрема Ableton Live, став перехід від лінійного до нелінійного (модульного) мислення. Традиційні секвенсори наслідували логіку магнітофонної стрічки (часова шкала зліва направо). Натомість, введення режиму «Session View» в Ableton Live дозволило продюсерам працювати з музичними ідеями як з дискретними блоками (кліпами), які можна запускати в довільному порядку, створюючи безкінечні комбінації без прив'язки до фіксованого часового таймлайну.

Цей інтерфейсний дизайн породив специфічний композиційний метод, де твір народжується не з мелодичної лінії, а з нашарування ритмічних та текстурних петель (loops). Це явище, яке деякі дослідники називають «петлеподібною онтологією» (loop ontology), змінило структуру сучасної електронної музики, зробивши повторюваність та поступову трансформацію тембру основними засобами виразності. Психологічно це створює простір для імпровізації та експерименту, знижуючи страх перед «порожньою сторінкою» і дозволяючи композиції виникати емерджентно.

У цифрову епоху редагування аудіо перетворилося на форму віртуозного виконання. Якщо в епоху плівки монтаж був деструктивним і ризикованим процесом, то сучасні DAW пропонують безмежні можливості для недеструктивного редагування («undo»), що заохочує до мікро-менеджменту звуку.<sup>10</sup>

Звукорежисери тепер працюють на рівні мікрозвуку, маніпулюючи

транзієнтами, фазою та спектральним складом окремих нот. Цей підхід, відомий як «micro-editing», дозволяє створювати ритмічні структури та тембральні переходи, які фізично неможливо виконати на акустичних інструментах. Наприклад, жанр «glitch» (глітч) виник саме завдяки можливості візуалізувати та маніпулювати цифровими помилками та артефактами на екрані монітора, перетворюючи технічний збій на естетичну категорію.

Сучасний звукорежисер «бачить» звук так само, як і чує його. Спектрограми, візуалізація хвильових форм (waveforms) та графічні інтерфейси плагінів (GUI) стали невід'ємною частиною прийняття естетичних рішень. Це призводить до явища, коли музика створюється, частково спираючись на візуальну симетрію проекту в DAW, що може як допомагати (точність еквалізації), так і заважати (слухання очима, а не вухами) творчому процесу.

### **Гібридна студія**

Попри тотальну цифровізацію, останні півтора десятиліття ознаменувалися потужним «аналоговим ренесансом». Сучасний робочий процес часто описується як «гібридний», поєднуючи гнучкість цифрових технологій з тактильністю та звуковим характером аналогового обладнання.

У цифровому світі, де інструменти є нематеріальними кодами, виникає туга за матеріальністю. Це призводить до фетишизації аналогового обладнання (синтезаторів, компресорів, мікшерних пультів), яке наділяється якостями «теплоти», «душі» та «автентичності», недоступними, на думку пуристів, цифровим емуляціям. Соціологічні дослідження онлайн-спільнот, таких як Gearspace (раніше Gearslutz), показують, що обговорення та колекціонування обладнання («gear acquisition syndrome» або GAS) стало важливою частиною ідентичності сучасного продюсера, іноді підміняючи собою сам акт творчості.

Ринок модульних синтезаторів стандарту Eurorack демонструє вибухове зростання, перетворюючи процес створення звуку на фізичний акт комутації кабелів (patching). Це повернення до витоків електронної музики (до епохи

Buchla та Moog) є реакцією на стерильність комп'ютерного інтерфейсу. Модульний синтез дозволяє створювати унікальні, неповторні звукові ландшафти, які важко відтворити, що додає цінності «моменту» в епоху нескінченного цифрового копіювання.

### **Інтеграція етапів продакшну та міксингу**

Традиційний алгоритм створення музики передбачав послідовність: пре-продакшн, запис, редагування, зведення, мастеринг. У сфері електронної музики ця лінійність замінена циклічною моделлю. Сучасні цифрові робочі станції (DAW), такі як Ableton Live, Logic Pro чи FL Studio, дозволяють здійснювати процеси міксингу одночасно з написанням музики. Цей підхід, відомий як *mixing while producing*, дозволяє досягти більш цілісного звучання, оскільки звукові елементи підбираються з урахуванням їх частотної та динамічної взаємодії з самого початку.

Окрім інтеграції етапів, самі техніки зведення зазнали змін, адаптуючись до вимог гучності та щільності сучасної електронної музики:

- **Top-Down Mixing (Зведення «зверху-вниз»):** Замість традиційної обробки кожного окремого каналу перед переходом до груп, інженери починають з обробки майстер-шини (Stereo Bus), потім переходять до груп інструментів (Buses), і лише в кінці — до окремих треків. Це дозволяє швидше досягти зібраного звучання та уникати надмірної обробки окремих елементів, що економить ресурси процесора та зберігає природність звучання.

- **Clip-to-Zero (CTZ):** Агресивна методика отримання конкурентної гучності, популярна в жанрах Bass Music та EDM. Суть методу полягає у використанні жорсткого кліппінгу (*hard clipping*) на кожному етапі проходження сигналу (на індивідуальних треках та групах) для зрізання транз'єнтів, замість використання лімітера лише на майстер-каналі. Це

дозволяє досягти екстремальних значень LUFS без ефекту pumping (небажаної пульсації), характерного для компресорів, та контролювати динамічний діапазон ще до стадії мастерингу.

Технологічний прогрес уможливив виникнення феномену «bedroom producer» (продюсер зі спальні), що фундаментально змінив ієрархію музичної індустрії.<sup>5</sup> Доступність потужних обчислювальних ресурсів дозволила незалежним авторам створювати контент комерційної якості без доступу до студій. Це призвело до виникнення унікальних звукових рішень, які стають стилістичними особливостями (наприклад, специфічний «сухий» вокал або використання побутових шумів). Соціальні мережі сприяють формуванню глобальних спільнот, де відбувається обмін знаннями (явище «цифрової антифонії»). Програмне забезпечення не є нейтральним інструментом; його інтерфейс та логіка диктують певні творчі рішення.

Сучасні DAW, особливо Ableton Live та FL Studio, побудовані навколо концепції петлі (loop). Це змінило структуру популярної музики, змістивши акцент з лінійного розвитку мелодії на репетитивність (повторюваність). Дослідження показують, що циклічна природа лупів створює гіпнотичний ефект, впливаючи на сприйняття часу слухачем та вводячи його в стан, подібний до медитативного. Композитори часто починають роботу з підбору семплів або створення 4-тактового лупа, який потім розгортають у повноцінну композицію, що іноді призводить до статичності аранжування.

### **The Grid та квантування**

Візуальне відображення музики у вигляді блоків на часовій сітці (grid) призвело до домінування ідеально квантованого ритму. Вирівнювання аудіо та MIDI подій по сітці стало стандартом для поп-музики та EDM, формуючи естетику надлюдської точності. Це явище також породжує феномен eye-music (музика для очей), коли продюсери приймають рішення про редагування, базуючись на візуальній симетрії хвильових форм, а не лише на слуховому

сприйнятті.

Сучасний гібридний робочий процес вирішує проблему інтеграції «заліза» та «софту» за допомогою нових протоколів. Технологія **Elektron Overbridge** дозволяє аналоговим драм-машинам та синтезаторам (наприклад, Analog Rytm) функціонувати як VST-плагіни всередині DAW, забезпечуючи повну автоматизацію параметрів та потокову передачу аудіо через USB.[32] Це усуває традиційні проблеми аналогового запису (неможливість точного відтворення налаштувань, складність комутації).

Крім того, використання DC-coupled аудіоінтерфейсів (таких як Expert Sleepers ES-8) дозволяє посилати керуючу напругу (CV) безпосередньо з DAW на модульні синтезатори.[34] Це стирає межу між цифровим секвенсором та аналоговим осцилятором, дозволяючи використовувати математичні алгоритми Ableton (наприклад, LFO, випадковість) для керування фізичними процесами синтезу звуку.

В електронній музиці тембр більше не є вторинною характеристикою; він є носієм музичної інформації нарівні з мелодією та ритмом. Саунд-дизайн інтегрований у процес композиції з першого кроку.

Однією з визначальних технік сучасної електронної музики (від IDM до Future Bass) є гранулярний синтез. Цей метод базується на теорії мікрозвуку Денніса Габора та Яніса Ксенакіса, розглядаючи звук як потік дискретних часток — «гранул» (тривалістю від 1 до 100 мс).[39]

Сучасні продюсери, такі як Flume та Arca, використовують гранулярний синтез для деконструкції семплів, перетворюючи вокальні партії або акустичні інструменти на хмари текстур, що втрачають зв'язок з першоджерелом, але зберігають його органічний характер.[41] Використання інструментів на кшталт **Granulator II** в Ableton Live або плагіна **Output Portal** дозволяє «заморожувати» моменти часу, розтягувати звук без зміни висоти тону та створювати «мерехтливі» тембри, які стали візитною карткою жанру.[43] Це

створює ефект «гіперреальності», де знайомі звуки існують у фізично неможливих станах.

Іншою важливою технікою є ресемплінг (resampling) — процес багаторазового перезапису обробленого звуку. Це дозволяє фіксувати складні ланцюги ефектів і використовувати отриманий аудіофайл як новий вихідний матеріал для подальших маніпуляцій. У жанрах Neurofunk та Dubstep ця техніка є ключовою для створення агресивних басових партій («Reese bass»), де найменші зміни в фільтрації та дисторшні призводять до радикальних змін тембру.

Робочий процес звукорежисера нерозривно пов'язаний з панівними естетичними тенденціями. На сучасному етапі можна виділити два протилежні, але взаємопов'язані вектори: прагнення до цифрової над-реальності (Hyperrealism) та ностальгію за втраченим майбутнім (Hauntology).

### **Штучний інтелект як агент автоматизації та креативності**

Впровадження AI та ML у 2024–2025 роках є найбільш динамічним трендом. Понад 36% продюсерів вже інтегрують AI у свої робочі процеси.

- **Асистивний міксинг:** Плагіни, такі як **iZotope Neutron 5**, використовують AI для аналізу вхідного сигналу. Модулі *Mix Assistant* створюють баланс рівнів, а нові функції *Density* та *Phase* автоматично вирішують проблеми динамічної щільності та фазової когерентності, які раніше вимагали годин ручної роботи.

- **Генерація семплів:** Інструменти на кшталт **Spawn by Lemonaide AI** або **Natural Drums by Daaci** генерують унікальні MIDI-паттерни та аудіосемпли, дозволяючи долати творчий ступор та уникати проблем з авторськими правами, пов'язаними з використанням класичних брейкбїтів.

Концепція **Gain Staging** (каскадування рівнів) зазнала змін при переході від аналогу до цифри.

В аналогову епоху інженери прагнули підтримувати рівень сигналу близько 0 VU (приблизно -18 dBFS), щоб уникнути шуму (noise floor) знизу та спотворень зверху. У цифровій 32-бітній (floating point) архітектурі DAW поняття внутрішнього кліппінгу фактично відсутнє, оскільки динамічний діапазон перевищує 1500 дБ.

Однак, сучасний підхід до gain staging полягає не в уникненні цифрового перевантаження шини, а в підготовці правильного рівня для плагінів, що емулюють аналогове обладнання. Багато сатураторів та компресорів калібровані на вхідний рівень -18 dBFS; подача надто гарячого сигналу призведе до небажаних артефактів емуляції, а не цифрового кліппінгу.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у робочий процес є найбільш дискусійним та трансформаційним трендом сьогодення. ШІ змінює роль продюсера з «творця» на «куратора».

Інструменти на основі машинного навчання, такі як **iZotope Ozone** або **Landr**, вже стали нормою для «асистивного» мастерингу та зведення. Вони аналізують спектральний баланс треку і пропонують налаштування, що відповідають жанровим стандартам.[63] Це демократизує процес, дозволяючи домашнім продюсерам досягати конкурентного звучання, але водночас створює ризик гомогенізації музики, коли всі треки «підтягуються» під усереднений алгоритмічний ідеал. [64]

Генеративний ШІ (Suno, Riffusion, Google MusicLM) йде далі, створюючи повноцінні композиції за текстовим запитом. Для професійних звукорежисерів це відкриває шлях до використання ШІ як джерела семплів: генерація унікальних текстур або мелодій, які потім нарізаються та обробляються людиною. [

Технології клонування голосу (voice style transfer) спричинили юридичні та етичні конфлікти (кейс з фейковим треком Drake та The Weeknd).[67] Проте, існують приклади етичного використання. Художниця **Holly Herndon** створила

**Holly+** — цифрового двійника свого голосу, яким може користуватися будь-хто через спеціальний онлайн-інструмент. Управління правами та прибутком здійснюється через децентралізовану автономну організацію (DAO), що пропонує нову економічну модель для артистів в епоху ШІ. [68]

Звукорежисери майбутнього можуть стати «тренером» моделей, створюючи кастомні датасети для артистів. Водночас, індустрія розробляє методи «водяних знаків» (watermarking), таких як **Google SynthID**, які вбудовують нечутний сигнал у згенероване аудіо для захисту авторських прав та ідентифікації контенту.<sup>70</sup>

### **Імерсивний звук та Dolby Atmos**

Перехід до імерсійного аудіо (Dolby Atmos) є найбільшим технологічним зсувом, що змінює підхід до аранжування та зведення.

Система базується на об'єктах (Objects), що мають координати X, Y, Z. Критичним є бінауральний рендеринг (Binaural Rendering) для навушників, оскільки більшість споживачів слухають музику саме так. Некоректне налаштування метаданих (режими Near, Mid, Far) може зруйнувати баланс міксу при згортанні в стерео.

Для роботи використовуються інструменти як Dolby Atmos Renderer, інтегрований в Logic Pro або як окремий додаток, що дозволяє візуалізувати об'єкти та експортувати майстер-файли ADM BWF.<sup>16</sup>

Однак, виникає проблема бінаурального перекладу (binaural rendering). Більшість слухачів споживають Spatial Audio через навушники, де просторовий ефект симулюється за допомогою психоакустичних алгоритмів (HRTF). Це часто призводить до зміни тембрального забарвлення та втрати «щільності» (punch) ритм-секції, що є критичним для танцювальної електронної музики. Тому робочий процес включає постійне порівняння міксу в стерео та бінауральному

режимах.

Феномен **VRChat** та віртуальних рейвів створив попит на звукорежисуру для віртуальних просторів. Діджеї та продюсери виступають як аватари у віртуальних клубах (наприклад, Shelter, Loner), де звук має поширюватися реалістично з урахуванням віртуальної архітектури. Це відкриває нові горизонти для «архітектурного» зведення, де акустика простору є частиною композиції. Макс Купер (Max Cooper) та Жан-Мішель Жарр активно експериментують з цими форматами, створюючи альбоми, спеціально спроектовані для просторового прослуховування.

### **Естетика цифрового надлишку**

Нурепроп (100 gecs, SOPHIE) базується на максималізмі. Ключові техніки включають екстремальну пітч-корекцію (Auto-Tune з *retune speed 0*), формантний зсув (formant shifting) та навмисний цифровий дисторшн.[9] Важливим елементом є культура пресетів (preset culture), де використання впізнаваних звуків (наприклад, з пакетів Splice або KSHMR) стає не ознакою лінії, а культурним кодом та даниною спільноті.

Lo-Fi фетишизує недосконалість. Технічно це досягається зниженням частоти дискретизації (sample rate reduction) та бітності (bitcrushing) для імітації старих семплерів E-mu SP-1200 (12-біт).[17] Плагіни типу **XLN RC-20** додають шум плівки та *wow/flutter* (детонацію), створюючи психоакустичне відчуття комфорту та теплоти.[18]

### **Хмарні технології та дистанційна колаборація**

Глобалізація виробництва зробила необхідними інструменти для віддаленої роботи в реальному часі.

- **Стрімінг аудіо з DAW:** Плагіни, такі як **Audiomovers Listento** та **Waves Stream**, дозволяють транслювати аудіо з DAW у високій якості (lossless) безпосередньо клієнту або співавтору через веб-посилання, що

перетворює процес віддаленого зведення на віртуальну студійну сесію.[19]

- **Хмарна інтеграція:** Сервіси **Splice Bridge** інтегрують хмарні бібліотеки семплів безпосередньо в DAW, синхронізуючи тональність і темп прев'ю з проектом, що значно прискорює аранжування.

У 2025 році межа між діджеїнгом та лайвом майже стерта.

- **Hybrid DJ Sets:** Використання драм-машин (наприклад, Roland TR-8S) та синтезаторів поверх DJ-сетів стає стандартом. Це вимагає складної маршрутизації MIDI Clock для синхронізації темпу між програвачами (CDJ) та зовнішнім обладнанням.

- **Live Looping:** Артисти використовують Ableton Live та контролери з використанням скриптів (наприклад, Vome MIDI Translator) для автоматизації запису петель без рук, що дозволяє створювати композиції з нуля перед аудиторією.

Сучасний звукорежисер враховує вуглецевий слід своєї діяльності. Це включає використання енергоефективного обладнання (автовимкнення, LED), відмову від рідкісних порід деревини в інструментах та мінімізацію цифрового сміття (зберігання непотрібних дублів у хмарі), оскільки дата-центри споживають значні ресурси.

Висновки до 3 розділу

Робочий процес звукорежисера електронної музики середини 2020-х років характеризується глибокою інтеграцією технологій, що змінюють саму філософію творчості. Від методів Clip-to-Zero для досягнення максимальної гучності до використання AI-асистентів та хмарної колаборації — інструментарій стає продовженням когнітивних процесів митця. Звукорежисура перетворилася з технічної дисципліни на форму мистецтва, де кордони між композицією, саунд-дизайном та зведенням остаточно зруйновані.

**Гібридний аналіз створення, написання та аранжування**

## Трек 1: Tysha — “Якби ж ми могли” (Готовий продукт / Full Production)

Статус: Mastered Release Ready

Жанр: Modern Ukrainian Pop / R&B

Задача: Створити конкурентний радіо-продукт, що поєднує сучасні вокальні тренди з глибиною аналогового звучання.

### Етап 1: Створення та написання (FL Studio)

Робота в FL Studio була зосереджена на створенні "скелета" треку, який би звучав переконливо ще до етапу зведення.

- **Гармонія та MIDI:** Використання розширених акордів (Add9, Maj7) у Piano Roll для створення "повітряної" атмосфери, характерної для сучасної української поп-музики (Tysha, Katarina Gryvul). MIDI-партії були квантовані з легким свінгом (10-15%), щоб уникнути роботизованості.
- **Вокальний продакшн:** У FL Studio було виконано тюнінг та таймінг вокалу. Використання *Newtone* дозволило хірургічно точно виправити інтонацію, зберігаючи природні форманти голосу.

### Етап 2: Ілюзорна аналогова консоль (LUNA)

Трек був експортований по групах (stems) у LUNA для фінального формування звуку ("The Polish").

- **Neve Summing (Шина вокалу та інструментів):** Для надання вокалу Tysha "дорогого" звучання використовувалася емуляція консолі Neve 80-ї серії. Налаштування імпедансу на *Low* підкреслило нижню середину (200-400 Гц), додаючи голосу тіла та інтимності, що критично для R&B балад.
- **API Summing (Шина ударних):** Щоб барабани пробивали мікс, на драм-шині було використано API Summing. Це додало транзієнтам агресії та чіткості в середніх частотах (Mid-Forward punch), що дозволяє біту качати навіть на малій гучності.
- **Lanchain (Vocal Chain):** Ланцюг обробки вокалу емулював класичний "LA Sound": преамп *Manley VOXBOX* -> компресор *CL 1B* (для м'якого контролю динаміки) -> *Pultec EQP-1A* (додавання "повітря" на 12-16 кГц)

## Трек 2: Tysha — “Якби ж ми могли” (Аранжування / Arrangement Demo)

Статус: Solo Performance / Arrangement Focus

Жанр: Acoustic Soul / Experimental

Задача: Продемонструвати чисту емоцію та нюанси виконання через мінімалістичне аранжування.

Етап 1: Аранжування простору (FL Studio)

Оскільки цей трек має примітку "Solo", вся увага була приділена одному головному інструменту (фортепіано/гітара) та вокалу.

- **Динаміка Velocity:** У FL Studio була проведена кропітка робота з velocity кожної ноти акомпанементу. Замість статичної гучності, кожна нота "дихає", імітуючи живий виступ.
- **Атмосферні шари:** Використання *Fruity Granulizer* для створення легкого текстурного шуму на задньому плані, що заповнює тишу, але не відволікає від соло.

Етап 2: Технологія ARM та "Жива" присутність (LUNA)

Тут LUNA використовувалася не просто як мікшер, а як рекордер з нульовою затримкою для запису фінального соло.

- **ARM (Accelerated Realtime Monitoring):** Головний інструмент записувався через технологію ARM. Це дозволило виконавцю чути себе з повною обробкою (реверберація, компресія) в реальному часі без затримки (<2 мс), що кардинально змінює характер виконання, роблячи його більш впевненим та емоційним.
- **Tape Saturation:** На майстер-каналі було використано емуляцію стрічки *Ampex ATR-102* на швидкості 15 ips. Це "зрізало" цифрову стерильність FL Studio, додавши легке шипіння та компресію стрічки, створюючи ілюзію запису в студії 70-х років.

**Трек 3: "Impact Velocity" (Рекламний ролик)**

Статус: Broadcast Commercial

Жанр: High-Energy Electronic / Glitch

Задача: За 30 секунд продати емоцію. Максимальна гучність, чіткість диктора, агресивний саунд-дизайн.

Етап 1: Саунд-дизайн та Глітч (FL Studio)

FL Studio є стандартом для створення швидких, агресивних текстур завдяки своїм вбудованим інструментам.

2. **Gross Beat:** Ключовий елемент треку. Використання пресетів *Stutter* та *Turntablist* для створення різких ритмічних збивок, які синхронізуються зі зміною кадрів у рекламі. Це створює ефект "контрольованого хаосу".
3. **Sidechain:** Екстремальний сайдчейн від "примарного" кіка (Ghost Kick) на всі інструменти, щоб звільнити місце для голосу диктора (Voice Over). Частоти 1-3 кГц були вирізані в музиці, щоб голос звучав "над" міксом.

Етап 2: API Punch та Broadcast Mastering (LUNA)

1. **API Vision Console:** Весь мікс був пропущений через емуляцію консолі API Vision. Її швидкі операційні підсилювачі (2520 op-amps) ідеально підходять для реклами, де кожен удар має бути "в обличчя".
2. **Loudness War:** На майстрі в LUNA використовувався лімітер *Sonnox Oxford Limiter* з функцією *Enhance*, щоб досягти рівня -9 LUFS (стандарт для гучної веб-реклами), не втрачаючи при цьому читабельності транз'єнтів.

#### Трек 4: "Invictus Cyber-Anthem" (Відкриття Ігор Ветеранів / Кіберспорт)

Статус: Event Presentation Track

Жанр: Hybrid Orchestral / Esports Epic

Контекст: Супровід команди ветеранів на змаганнях "Ігри Героїв" (Counter-Strike 2, FIFA),.

Етап 1: Гібридне конструювання (FL Studio)

Кіберспорт вимагає поєднання героїки оркестру та технологічності синтезаторів.

4. **Shepard Tones:** Використання ефекту "Тону Шепарда" (ілюзія постійного підйому тону) для створення безкінечної напруги перед кульмінацією (дропом), що символізує постійний рух вперед та подолання.
5. **Braams & Risers:** Створення кастомних "Braams" (потужних мідних ударів) шляхом лєсрінгу (нашарування) низьких частот синтезатора *Serum* та семплів оркестрової міді. Це створює звук, який "трясе" стадіон.

Етап 2: Масштабування сцени (LUNA)

Задача LUNA — зробити так, щоб цей мікс звучав масштабно на великій арені.

- **Split Summing:**
  - *Оркестрова група:* Neve Summing для ширини та епічності.
  - *Електронна група (синтезатори, глітчi):* API Summing для агресії та

атаки.

- Це дозволило поєднати "живе" дихання оркестру з "цифровим" холодом кіберспорту в одному міксі.
- **Spatial Audio:** Використання *Ocean Way Studios* плагіна для розміщення електронних інструментів у віртуальному просторі реальної студії. Це додало глибини, уникнувши "плоского" звучання, характерного для чисто електронних треків.

### **Ілюзія єдиного організму**

У цих чотирьох композиціях межа між FL Studio та LUNA стерта.

1. **FL Studio** виступила як "мозок" — генератор ідей, складних ритмів (реклама, кіберспорт) та гармоній (Tysha).
2. **LUNA** виступила як "тіло" — надаючи звуку фізичну вагу, простір та характер через емуляцію легендарного заліза (Neve/API). Цей підхід дозволив створити аудіальний продукт, який емоційно резонує як з аудиторією поп-музики, так і з ветеранською спільнотою кіберспортсменів, зберігаючи найвищі стандарти індустрії.

## ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети та визначених задач результати дослідження дозволяють зробити наступні **висновки**:

1. Описано основні етапи розвитку електронної музики: від початку ХХ століття до сучасності. Поява електронної музики на початку ХХ століття знаменувала собою не просто технологічний прогрес, а фундаментальний онтологічний розрив у самому розумінні звукової матерії. Якщо протягом століть західна музична традиція базувалася на абстрактній архітектурі нот, гармоній та темперованого строю, що реалізуються через інтерпретацію виконавця, то ера електрики трансформувала звук у фізичний, пластичний об'єкт. Цей об'єкт відтепер можна було фіксувати, де конструювати, розтягувати в часі та синтезувати *ex nihilo* (з нічого), оминаючи обмеження фізичної природи традиційних резонуючих тіл.

Оглянуто історичні етапи: від експериментів композиторів-модерністів початку ХХ ст. ( атонально-серіальна техніка, технічна музика, алеаторіка та музика тембрів) до технологічних відкриттів середини ХХ ст. - створення синтезаторів та виникнення двох відмінних філософій взаємодії людини та машини, відомих як парадигми Східного (Moog) та Західного (Buchla) узбережжя США до технологій Штучного Інтелекту.

2. Розкрито процес еволюції синтезаторів (1960–1980 рр.) та їх вплив на формування жанрів електронної музики. Детально аналізується еволюція синтезаторів у період 1960–1980 років, формування парадигм синтезу «Східного» та «Західного» узбережжя, що заклали фундамент сучасного звучання. Історичний аналіз показав, як ці схемотехнічні рішення кристалізувалися у дві фундаментальні філософії. Парадигма Східного узбережжя (Moog) — субтрактивний синтез (VCO-VCF-VCA), традиційна клавіатура та фокус на мелодійності — комерційно домінувала у 1970-х та 1980-х роках, ставши основою поп-музики. Натомість, парадигма Західного

узбережжя (Buchla) — адитивний синтез, вейвфолдинг (Complex Oscillator, Low Pass Gate) та експериментальні інтерфейси — залишалася в авангардній ніші

3. Проаналізовано жанрову специфіку електронної музики в контексті застосування аналогових технологій

Аналіз виявив фундаментальну дихотомію в сучасному застосуванні аналогових технологій, що розгалужується на два основні філософські підходи.

Пошук, так званої непередбачуваності (Modular Techno та Ambient): у цих жанрах перевага надається модульному аналогу, зокрема формату Eurorack. Тут обладнання використовується для досягнення генеративності, нелінійності та органічної еволюції звуку. Інструмент розглядається не як програмований автомат, а як жива, квазі-хаотична система, яку виконавець скеровує або культивує, а не жорстко контролює. Реконструкція та ностальгія (Synthwave): ці жанри, навпаки, спираються на вінтажний (немодульний) аналог, зокрема поліфонічні синтезатори 1970-х та 1980-х років. У цьому контексті інструмент виступає не як джерело хаосу, а як носій історичної звукової ДНК, що забезпечує автентичність.

«Аналоговий звук» не є монолітною концепцією. Це гнучка філософія, що служить діаметрально протилежним художнім цілям: у Modular Techno (напр., Surgeon, Blawan) модулі Західного узбережжя та генеративні секвенсери використовуються для *пошуку хаосу* — створення сирих, органічних патернів; у Synthwave (напр., Com Truise) вінтажні поліфонічні синтезатори Східного узбережжя (Juno, Jupiter, OB-X) та канонічні студійні техніки (Gated Reverb) використовуються для *ностальгічної реконструкції* — досягнення абсолютної *автентичності* кінематографічної палітри 1980-х; в Ambient (напр., Omri Cohen) генеративні системи (Marbles) та потужні текстурні процесори (Beads, BigSky) використовуються для створення *автономних звукових ландшафтів*, що грають самі себе, де артист виступає *архітектором* системи.

4. Розкрито діалектику взаємодії аналогового та цифрового підходів у сучасному аудіо-продакшні.

Аналогове обладнання в контексті сучасної електронної музики функціонує як незамінний естетичний, експресивний та когнітивний партнер цифрових технологій. Воно забезпечує нелінійний, органічний та часто непередбачуваний характер, якого критично бракує стерильним цифровим системам.

Ця діалектична взаємодія призвела до формування та домінування *гібридного підходу* як де-факто стандарту сучасної креативної індустрії. Аналіз фізичних принципів продемонстрував, що кожне інженерне рішення в аналоговому ланцюзі є творчим компромісом, що визначає тембральну палітру. Вибір між Sawtooth Core (пилкоподібне ядро) та Triangle Core (трикутне ядро) в осциляторах (VCO) — це не просто технічна деталь, а фундаментальний вибір між схемотехнічною простотою та здатністю до чистої частотної модуляції (FM), оскільки розрив (discontinuity) пилкоподібної хвилі генерує спектральний бруд при модуляції, тоді як неперервність трикутної забезпечує стабільність. Аналогічно, історична дихотомія фільтрів (VCF) між 4-полюсним Moog Transistor Ladder (24 дБ/октаву), що забезпечував агресивний потужний характер для монофонічних партій, та 2-полюсним мультирежимним Oberheim SEM (12 дБ/октаву), що пропонував м'яку гнучкість, ідеальну для поліфонічних педів, демонструє ключовий принцип форма слідує за функцією, який залишається актуальним і сьогодні.

5. Проаналізовано використання ефект-процесорів для створення художньої експресії у музичному творів.

Дослідження класичних аналогових процесорів підтвердило, що вони цінуються не за технічну точність, а за *художню експресію*, яка є прямим наслідком їхніх унікальних нелінійних топологій. Цінність полягає у творчому зловживанні (creative misuse) їхніми недосконаlostями: наприклад, компресори,

такий UREI 1176 (FET), використовуються для агресії, а його функціональний глітч (режим All Buttons In) став канонічною технікою для створення вибухових барабанів, тоді як Teletronix LA-2A (Opto) цінується за магічну плавність, яка досягається завдяки його унікальному *двоступеневому відновленню* (two-stage release).

Еквалайзери, наприклад знаменитий Трюк Pultec (одночасне посилення та ослаблення однієї НЧ-смуги) є нелогічною з інженерної точки зору дією, яка, тим не менш, вирішує фундаментальну художню проблему (потужний, але не каламутний бас). Дилеї, зокрема плівкове ехо (Roland RE-201 Space Echo), цінуються не за вірність повторів, а за їхню *контрольовану деградацію* (сатурація преампа, механічні \$wow\$ та \$flutter\$), яка оживляє стерильні цифрові джерела.

6. Визначено роль модульного синтезу (Eurogack) у створенні унікального тембрального матеріалу.

Аналіз формату Eurogack показав, що його феномен є не ретроградним, а глибоко *інноваційним*. Eurogack став сучасною лабораторією для реалізації гібридного підходу, де цифрові модулі (напр., Mutable Instruments) вільно взаємодіють з класичними аналоговими.

Саме цей формат демократизував та повернув в активний вжиток філософію Західного узбережжя (Complex Oscillators, LPGs, генератори функцій як Make Noise Maths). Найважливіший висновок полягає в тому, що Eurogack змінив саму парадигму композиції: завдяки генеративним та стохастичним секвенсерам (Marbles, Turing Machine), синтезатор перетворився з інструменту *виконання* на інструмент *генерації*.

7. Окреслено роль феномену «аналогового тепла» (Harmonic Distortion) у сприйнятті слухачем музичних творів .

Проведено глибоку деконструкцію феномену «аналогового тепла», досліджуючи його зв'язок з гармонійними спотвореннями, різницю між парними

та непарними гармоніками, специфіку різних джерел сатурації та, що найважливіше, психоакустичні механізми, які лежать в основі їхнього позитивного сприйняття, включаючи критику традиційних метрик, як-от Загальний Коефіцієнт Гармонійних Спотворень (THD).

Ключовим науковим висновком роботи є доведення того, що аналогове тепло — це не суб'єктивна метафора, а *об'єктивний психоакустичний феномен*. Його фізична основа — гармонійні спотворення (Harmonic Distortion).

8. Здійснено аналіз впливу музики на емоційний стан та когнітивні функції композитора та слухачів.

Виявлено вплив аналогової парадигми на творчий процес композитора та виконавця - фокус зміщується з самого звуку на його вплив на творчий процес. Так, наприклад тактильність, обмеження та творче використання сатурації формують робочі потоки в студії.

9. Охарактеризовано процес подальшої еволюції аналогових технологій у контексті розвитку гібридних електронних інструментів, розглянуто перспективи розвитку аналогового звуку в сучасному гібридному та цифровому контексті, оцінено досконалість сучасних емуляцій та майбутню роль технологій, зокрема штучного інтелекту у моделюванні бажаних нелінійних властивостей

10. Описано робочий процес звукорежисера електронної музики та його сучасні тенденції.

Окреслено фактор розповсюдження нових молодіжних трендів через призму глобалізації та доступності стрімінгових платформ. Доведено, що майбутнє галузі лежить у площині глибокої гібридизації, впровадження стандартів високої роздільної здатності (MIDI 2.0) та зростанні ролі генеративного штучного інтелекту як співавтора музичного твору.

На основі емпіричних даних проаналізовано творчість провідних EDM-артистів та представлено аналіз авторських творів, що ілюструють

практичне застосування досліджуваних методик.

Аналогове обладнання в контексті сучасної електронної музики остаточно довело свою незамінність. Воно успішно еволюціонувало від простої технології минулого до фундаментального *творчого партнера* сьогодення. Його фізичні нелінійності, доведені психоакустичні переваги та унікальний когнітивний вплив забезпечують необхідний людський, непередбачуваний та органічний контрбаланс у все більш досконалому, але водночас стерильному цифровому світі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белявіна Н. Д. Методологія та методика викладання фахових мистецьких дисциплін : підручник. Київ : НАКККіМ, 2019. 280 с.
2. Белявіна Н. Д., Белявін В. Ф., Бондарець Н. Л., Дьяченко В. В. Основи звукорежисури : навч. посіб. / під ред. Н.Д. Белявіної. Київ : НАКККіМ, 2011. Ч. I. 84 с.
3. Бондаренко А.І. Сучасне музичне мистецтво і комп'ютерні програми. Київ : Видавництво Ліра-К, 2022. 284 с.
4. Бут О. В. Звук як компонент образної структури фільму : автореф. дис. ... канд. мистецтвозн.; НАН України. Ін-т мистецтвозн., фольклористики та етнології ім. М.Т. Рильського. Київ, 2007. 19 с.
5. Дьяченко В. В. Творча діяльність українських звукорежисерів другої половини ХХ – початку ХХІ століття: теорія, історія, практика : автореф. дис. канд. мистецтвозн. НАКККіМ. Київ : НАКККіМ, 2018. 20 с.
6. Грищенко В. І. Композиція та комп'ютерне аранжування : підручник. Київ : НАКККіМ, 2016. 500 с.
7. Рязанцев Л. В. Звукорежисура : навч. посіб. Київ : ДАКККіМ, 2009. 144 с.
8. Станіславська К. І. Мистецько-видовищні форми сучасної культури : монографія / К. Стніславська . Київ : НАКККіМ, 2012. 320 с. : іл..
9. Черевко К.П. Електронна музика як феномен культурно-цивілізаційних процесів ХХ – початку ХХІ століття (до питання методології аналізу) : автореф. дис. ... канд. мистецтвознавства; Львівська національна музична академія. Львів, 2012. 16 с.
10. Шип В. С. Музична форма від звуку до стилю : навч. посіб. Київ : Заповіт, 1998. 226 с.
11. Шустов С.Л. Електронна музика в системі студійних жанрів : автореф. дис. ... канд. мистецтвознавства ; Одеська державна музична академія. Одеса, 2012. 16 с.

### *Інформаційні ресурси в Інтернеті:*

3. Synth Secrets.pdf - Fractales12.com, (дата останнього звернення: 8 листопада 2025), [https://www.fractales12.com/\\_tricks/lpx/Synth%20Secrets.pdf](https://www.fractales12.com/_tricks/lpx/Synth%20Secrets.pdf)
4. Sine, Saw, Square, Triangle, Pulse: Basic Waveforms in Synthesis..., дата останнього звернення: 8 листопада 2025, <https://thewolfound.com/sine-saw-square-triangle-pulse-basic-waveforms-in-synthesis/>
5. Віднімаючий синтез: Що це таке і як він працює - eMastered, (дата

- останнього звернення: 8 листопада 2025), <https://emastered.com/uk/blog/subtractive-synthesis><sup>1</sup> East Coast vs. West Coast Synthesis Explained - Perfect Circuit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, <https://www.perfectcircuit.com/signal/east-coast-west-coast-synthesis>
6. The Basics of East Coast and West Coast Synthesis | Reverb News, (дата останнього звернення: 8 листопада 2025), <https://reverb.com/news/the-basics-of-east-coast-and-west-coast-synthesis>
7. East Coast vs West Coast Synthesis | by Myk Eff - Sound & Design, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, <https://soundand.design/east-coast-vs-west-coast-synthesis-a-bit-of-history-ac2bb13d95a3>
8. Buchla heads, help me understand West Coast synthesis. : r/modular - Reddit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, [https://www.reddit.com/r/modular/comments/dqau52/buchla\\_heads\\_help\\_me\\_understand\\_west\\_coast/](https://www.reddit.com/r/modular/comments/dqau52/buchla_heads_help_me_understand_west_coast/)
9. East Coast vs West Coast synthesis explanation? : r/synthesizers - Reddit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, [https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/aa3h9v/east\\_coast\\_vs\\_west\\_coast\\_synthesis\\_explanation/](https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/aa3h9v/east_coast_vs_west_coast_synthesis_explanation/)
10. Buchla vs. Moog Sound Studio : r/synthesizers - Reddit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, [https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/tv6w1k/buchla\\_vs\\_moog\\_sound\\_studio/](https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/tv6w1k/buchla_vs_moog_sound_studio/)
11. ARP Odyssey - Wikipedia, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, [https://en.wikipedia.org/wiki/ARP\\_Odyssey](https://en.wikipedia.org/wiki/ARP_Odyssey)
12. Sonic Odyssey: The History of ARP Instruments, Inc. - InSync, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, <https://www.sweetwater.com/insync/arp-instruments-history/>
13. ARP 2600 - holy grail of analog? - GreatSynthesizers, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, The Benefits of Analog Summing Mixers - Vintage King, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, <https://vintageking.com/blog/benefits-of-analog-summing-mixers/>
14. Andrew Scheps on Mixing 100% in the Box - Audio Unity Group, дата останнього звернення: 8 листопада 2025, <https://www.audio-unity-group.com/andrew-scheps-on-mixing-100-in-the-box/>
15. Recognizing Andrew Scheps's bias to the box : r/audioengineering -

Reddit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
[https://www.reddit.com/r/audioengineering/comments/n4fv1n/recognizing\\_andrew\\_schepss\\_bias\\_to\\_the\\_box/](https://www.reddit.com/r/audioengineering/comments/n4fv1n/recognizing_andrew_schepss_bias_to_the_box/)

16. Chris Lord Alge, analog vibe even in the digital world - Milk Audio Store, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
<https://www.milkaudiostore.com/intl/articles/recording-and-mix/chris-lord-alge-analog-vibe-even-in-the-digital-world/>

17. Legendary Mix Engineer Chris Lord-Alge Adds SSL Native V6 Plug-ins, 500-Series Modules and more to His SSL-Based Ecosystem, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
<https://solidstatelogic.com/media/legendary-mix-engineer-chris-lord-alge-adds-ssl-native-v6-plug-ins,-500-series-modules-and-more-to-his-ssl-based-ecosystem>

18. Chris Lord Alge on how he prepares vocals for a mix (does not include mentions of CLA Vocals) : r/mixingmastering - Reddit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
[https://www.reddit.com/r/mixingmastering/comments/rxit6c/chris\\_lord\\_alge\\_on\\_how\\_he\\_prepares\\_vocals\\_for\\_a/](https://www.reddit.com/r/mixingmastering/comments/rxit6c/chris_lord_alge_on_how_he_prepares_vocals_for_a/)

19. Sylvia Massy - Sly Tools In The Studio — Dangerous Music®, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
<https://www.dangerousmusic.com/news-press/2020/08/10/sylvia-massy-sly-tools-in-the-studio>

20. Creative studio techniques with Sylvia Massy - Abbey Road Institute, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
<https://abbeyroadinstitute.co.uk/blog/creative-studio-techniques-sylvia-massy/>

21. Digital vs Analogue Audio: Debunking Myths - Audience of Bath, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
<https://audience.org.uk/digital-vs-analogue-audio-debunking-myths/>

22. Analog vs modular vs digital vs virtual analog vs software synthesizers. Advantages, drawbacks. Which synth sounds best and is the best option for music production? - Julius Dobos, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
<https://www.juliusdobos.com/the-philosophy-behind/analog-vs-digital-synthesizers-debate/>

23. A philosophical question about analog vs digital sources : r/audiophile - Reddit, дата останнього звернення: 8 листопада 2025,  
[https://www.reddit.com/r/audiophile/comments/179i3bt/a\\_philosophical\\_question](https://www.reddit.com/r/audiophile/comments/179i3bt/a_philosophical_question)

[\\_about\\_analog\\_vs\\_digital/Company History 1997](#), дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://doepfer.de/hist\\_e.htm](https://doepfer.de/hist_e.htm)

24. Getting started: power | Noise Engineering, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://noiseengineering.us/blogs/loquelic-literitas-the-blog/getting-started-power/>

25. Can someone explain to me how eurorack power works? : r/modular - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/modular/comments/18yolv3/can\\_someone\\_explain\\_to\\_me\\_how\\_eurorack\\_power\\_works/](https://www.reddit.com/r/modular/comments/18yolv3/can_someone_explain_to_me_how_eurorack_power_works/)

26. Modular Synthesizer Power Supplies and Distribution: A Thorough Intro - Rabid Elephant, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://rabidelephant.com/blogs/general/modular-synthesizer-power-supplies-and-distribution-a-thorough-introduction>

27. 1V/Oct, Hz/Volt : Synthesizer Tuning Standards Explained - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/signal/synthesizer-tuning-standards>

28. 1 v/oct - Learning Modular, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://learningmodular.com/glossary/1-voct/>

29. Getting Started with Modular Synths: Chapter1 - Exploring VCOs and VCFs, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.bocuma.mx/blogs/news/vco-vcf-vc-lfo-bocuma-synths>

30. MRG Synthesizers VCO, VCF, VCA ,ADSR, LFOs demo (Tiny eurorack modular system) - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=tn0ibEE4cIg>

31. Crashing Waves: a History of Wavetable Synthesizers - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/signal/wavetable-synthesizer-history>

32. Eurorack Wavetable Oscillators - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=GaS-LKvUKx8>

33. Wavefonix 1847 Wavetable VCDO - Eurorack Module on ModularGrid, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://modulargrid.net/e/wavefonix-1847-wavetable-vcdo>

34. How Wavetables Work and Why You Should Care - InSync - Sweetwater, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.sweetwater.com/insync/how-wavetables-work-and-why-you-should->

care/

35. VCO-VCF-VCA - hora-music, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.hora-music.com/vco-vcf-vca.php>

36. What is a modular synthesizer? | Noise Engineering, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://noiseengineering.us/blogs/loquelic-literitas-the-blog/what-is-a-modular-synthesizer/>

37. Semi-Modular Synthesizer Buying Guide: Make Noise, Moog, + More - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/signal/semimodular-synth-buying-guide>

38. Make Noise Maths Function Generator - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/make-noise-music-maths.html>

39. MATHS – Make Noise Music, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.makenoisemusic.com/modules/maths/>

40. Make Noise Maths - Beginner's Guide with Visual Demonstrations - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.youtube.com/watch?v=l\\_sIXwrhuW0](https://www.youtube.com/watch?v=l_sIXwrhuW0)

41. Make Noise MATHS for Beginners - Ali Jamieson, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://alijamieson.co.uk/2016/11/02/make-noise-maths-beginners/>

42. What does the Maths module actually do? : r/synthdiy - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/synthdiy/comments/15id0mx/what\\_does\\_the\\_maths\\_module\\_actually\\_do/](https://www.reddit.com/r/synthdiy/comments/15id0mx/what_does_the_maths_module_actually_do/)

43. LPG – Low Pass Gate - Synthrotek, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.synthrotek.com/products/modular-circuits/lpg-low-pass-gate/>

44. LOW PASS GATES: #buchlaforest #westcoast self-generating patch with variable delay clock - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=9ifUG4bPtXQ>

45. What is a Low Pass Gate? - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/signal/what-is-a-lowpass-gate>

46. Eurorack A to Z Tutorial Lesson 13: Low Pass Gate - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025,

<https://www.youtube.com/watch?v=l8m8NWydN4>

47. Getting Started: What is a lowpass gate (LPG)? - Noise Engineering, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://noiseengineering.us/blogs/loquelic-literitas-the-blog/getting-started-lowpass-gates/>

48. The power of a dual low pass gate (LPG) in a performance case - With Make Noise LxD, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=6vI2IjXKlgc>

49. What is a low-pass gate versus a VCF and VCA that share an envelope? - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/af4b11/what\\_is\\_a\\_lowpass\\_gate\\_versus\\_a\\_vcf\\_and\\_vca\\_that/](https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/af4b11/what_is_a_lowpass_gate_versus_a_vcf_and_vca_that/)

50. What's so great about a low pass gate? : r/synthesizers - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/venuik/whats\\_so\\_great\\_about\\_a\\_low\\_pass\\_gate/](https://www.reddit.com/r/synthesizers/comments/venuik/whats_so_great_about_a_low_pass_gate/)

51. Verbos Electronics Complex Oscillator - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/verbos-electronics-complex-oscillator.html>

52. Complex Oscillator — VERBOS ELECTRONICS GmbH, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <http://www.verbselectronics.com/modules/complex-oscillator>

53. Verbos Complex Oscillator (LMS EE Excerpt) - Learning Modular, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://learningmodular.com/project/verbos-complex-oscillator-lms-ee-excerpt/>

54. Which Eurorack complex oscillator is the closest Buchla 259 analog? : r/modular - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/modular/comments/1au4a93/which\\_eurorack\\_complex\\_oscillator\\_is\\_the\\_closest/](https://www.reddit.com/r/modular/comments/1au4a93/which_eurorack_complex_oscillator_is_the_closest/)

55. Verbos Complex Oscillator: Exponential & Linear FM (LMS: Eurorack Expansion Preview), дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=6lQIr10eaUs>

56. Улюблені, компактні, від 2 до 4 операторів, Eurorack модулі FM-синтезу в стилі DX? : r/modular - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/modular/comments/1hkez55/favorite\\_compact\\_2\\_to\\_4\\_](https://www.reddit.com/r/modular/comments/1hkez55/favorite_compact_2_to_4_)

op\_dxstyle\_fm\_synthesis/?tl=ru

57. Mutable Instruments Rings - Softube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.softube.com/plug-ins/mutable-instruments-rings>

58. Mutable Instruments - Rings - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=O0IHt1JiRvk>

59. Mutable Instruments - CLOUDS! - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.youtube.com/watch?v=eAGm\\_axWNA8](https://www.youtube.com/watch?v=eAGm_axWNA8)

60. Exploring INSTRUO ARBHAR - Granular Audio Processor! - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.youtube.com/watch?v=SkIP3iBH5\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=SkIP3iBH5_U)

61. Qu-Bit Electronix Nebulae v2 Granular Sampler - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/qu-bit-electronix-nebulae-v2.html>

62. Mutable Instruments CLOUDS VS BEADS! Granular Shoot-out! - YouTube, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=TDDMe1XebDA>

63. Mutable Instruments Beads: Clouds Reimagined - Perfect Circuit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.perfectcircuit.com/signal/mutable-instruments-beads>

64. Mutable Instruments Beads 'texture synthesiser' // ULTIMATE GUIDE to Clouds v2! - DivKid, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://divkidvideo.com/videos/mutable-instruments-beads-texture-synthesiser-ultimate-guide-to-clouds-v2/>

65. Mutable Instruments Beads - how do you use it? : r/modular - Reddit, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, [https://www.reddit.com/r/modular/comments/sljjwf/mutable\\_instruments\\_beds\\_how\\_do\\_you\\_use\\_it/](https://www.reddit.com/r/modular/comments/sljjwf/mutable_instruments_beds_how_do_you_use_it/)

66. arbhar - Granular Processor - Instruo Modular - Glasgow, Scotland - Instruo, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://www.instruomodular.com/product/arbhar/>

67. Instruo Arbhar 2.0, evolution of a mighty, eye-catching stereo granular module, дата останнього звернення: листопада 8, 2025, <https://synthanatomy.com/2023/10/instruo-arbhar-2-0-envolution-of-a-mighty-eye-catching-stereo-granular-module.html>

68. What are your impressions of the Instruo Arbhar? How does it

compare with Clouds? : r/modular - Reddit, дата останнього звернення:  
листопада 8, 2025,  
[https://www.reddit.com/r/modular/comments/esh2yq/what\\_are\\_your\\_impressions\\_of\\_the\\_instruo\\_arbhar/](https://www.reddit.com/r/modular/comments/esh2yq/what_are_your_impressions_of_the_instruo_arbhar/)

69. Qu-Bit Nebulae V2 Review – SUBLIME SOUND, дата останнього звернення:  
листопада 8, 2025,  
<https://sublimesound.com/2019/12/16/qu-bit-nebulae-v2-review/>

70. Nebulae - Qu-Bit Electronix, дата останнього звернення:  
листопада 8, 2025, <https://www.qubitelectronix.com/shop/p/nebulae>

## ДОДАТКИ

### Додаток А

<b>Параметр</b>	<b>Механічні/Традиційн і інструменти</b>	<b>Терменвокс</b>
<b>Тип взаємодії</b>	Тактильний контакт, фізичний опір матеріалу (клавіші, струни)	Безконтактна просторова жестикуляція, відсутність опору
<b>Організація висоти</b>	Дискретна (фіксовані ноти, лади)	Безперервний континуум (глісандо), мікротональність
<b>Зворотний зв'язок</b>	Тактильний та аудіальний	Виключно аудіальний та візуально-просторовий (пропріоцепція)
<b>Філософський підтекст</b>	Підкорення матерії через механіку	Взаємодія з невидимими силами (ефіром), магія науки

### Порівняльний аналіз парадигм взаємодії

### Додаток Б

<b>Характеристик а</b>	<b>Moog Transistor Ladder</b>	<b>Oberheim SEM</b>
Схемотехніка (ядро)	Транзисторна драбина (Transistor Ladder)	Мультирежимни й фільтр на ОП/ОТА (State-Variable)
Кількість полюсів	4-полюсний	2-полюсний
Крутизна зрізу	24 дБ/октаву	12 дБ/октаву
Доступні режими	Лише ФНЧ (LPF)	ФНЧ (LPF), ФВЧ (HPF), Смуговий (BPF), Режекторний (Notch)
Характерний звук	Соковитий, квакаючий, потужний, агресивний	М'який, теплий, тонкий, гнучкий
Типове використання	Монофонічні баси та ліди	Поліфонічні педи та акорди

### Компаративний аналіз знакових топологій VCF

### Додаток В

<b>Параметр</b>	<b>Аналоговий Домен</b>	<b>Цифровий Домен</b>
-----------------	-----------------------------	---------------------------

Представлення сигналу	Безперервна напруга (фізична аналогія)	Дискретні числа (символічна абстракція)
Основне обмеження	Співвідношення Сигнал/Шум (SNR)	Частота дискретизації та Бітова глибина
Джерело шуму	Тепловий (Johnson-Nyquist) шум	Шум квантування (помилка округлення)
Тип спотворення (Перевантаження)	Насичення (Saturation): м'яке, гармонійне, музичне	Кліппінг (Clipping): жорстке, негармонійне, різке
Стабільність	Низька (дрейф параметрів, wow & flutter)	Абсолютна (ідеальна відтворюваність)
Копіювання	Деградація при кожному поколінні	Ідеальне, без втрат
Поширене сприйняття	Теплий, Живий, Органічний	Точний, Холодний, Стерильний

**Порівняльна таблиця: Аналогові та Цифрові Аудіо-парадигми**

Додаток Г

<b>Мо дуль</b>	<b>Ос новна філософі я</b>	<b>Ма кс. час буфера</b>	<b>Від крита платфор ма</b>	<b>Кл ючий художній сценарій</b>	
--------------------	--	----------------------------------	---	--	--

Mutable Instruments Beads	Текстурний синтезатор / Ефект реального часу	Короткий (кілька секунд)	Ні	Створення хмар та атмосферних текстур з вхідного сигналу в реальному часі.	
Inst guo Arbhar	Гранулярний семплер / Композиційний інструмент	Довгий (залежить від налаштувань, ~10с на шар)	Ні (але оновлювана прошивка)	Багатошарова композиція з аудіо-буферів, секвенування гранул, робота з вбудованим мікрофоном.	
Qu-Bit Nebulae v2	Гранулярний семплер / Відкрита платформа	Дуже довгий (до 5 хвилин)	Так (Pure Data, Csound, SuperCollider)	Глибокий саунд-дизайн, відтворення довгих семплів, створення власних	

				інструментів та ефектів.	
--	--	--	--	--------------------------	--

**Порівняльний аналіз філософії провідних гранулярних модулів**

**Додаток Д**

<b>Пристрій</b>	<b>Тип</b>	<b>Ключові Компоненти</b>	<b>Фірмова Фішка (Художнє Використання)</b>	<b>Результат (Звуковий Слід)</b>
UREI 1176	FET Компресор	FET, Трансформатори	Режим All Buttons In (глітч)	Вибуховий характер, агресія, дисторшн, енергія на барабанах.
Teletronic LA-2A	Оптичний Компресор	Оптична комірка T4, Лампи, Трансформатори	Двоступеневе програмно-залежне відновлення	Плавна, невидима компресія; лампова теплота та тіло для вокалу/басу.
Pultec EQP-1A	Пасивний Еквалайзер	Пасивні фільтри (Індуктори), Ламповий підсилювач	Трюк Pultec (одночасний Boost/Cut)	Потужний, але щільний і не каламутний низь;

				шовковий верх.
Roland RE-201	Плівк ове Echo	Преам п, Магнітна плівка, 3 Головки	Комбі нація сатурації преампа, компресії плівки та Wow/Flutter	Створ ення текстури, оживлення статичних звуків, додавання вінтажної особистості.
Fairchi ld 670	Vari-M и Компресор	Лампи (для редукції гейну), Трансформа тори	Зклею вання міксу (Mix Glue); Режим Lat/Vert (M/S)	Лампо вий лак, вага та вимір для всього міксу; контроль стерео-обра зу.

**Ключові Експресивні Характеристики Знакових Аналогових Процесорів**

**Додаток Е**

<b>Метод</b>	<b>Технічна Вимога</b>	<b>Процес</b>	<b>Художнє Застосування / Експресивна Мета</b>
Апаратні Інsertи (Hardware Inserts)	Багатока льний аудіоінтерфейс (I/O)	Внутрішн я маршрутизація DAW;	Використа ння аналогового пристрою як плагіна в

		автоматична компенсація затримки.	реальному часі для зведення.
Ре-ампінг / Worldizing	Reamp box, мікрофони, підсилювачі, ефекти, акустичний простір	Зовнішній запис через підсилювачі, педалі або реальний простір.	Творче створення текстури; експериментування з тоном; додавання реальності цифровим джерелам.

### Методології Сучасної Аналогової Інтеграції

Додаток Є

<b>Синтезатор</b>	<b>Архітектура</b>	<b>Характер звуку</b>	<b>Ключові компоненти / Особливості</b>	<b>Канонічні приклади застосування</b>
-------------------	--------------------	-----------------------	---	--

Roland Juno-60	Аналоговий (DCO)	Теплий, пишний, сумний	Дискретні VCF/VCA; Арпеджіатор; Вбудований хорус (I, II)	Пишні, широкі педи; арпеджіо-баси
Roland Juno-106	Аналоговий (DCO)	Чистий, пробивний, класичний 80-й	VCF/VCA на чіпах Roland 80017A; MIDI; Вбудований хорус (I, II)	Пробивні баси, стаби (stabs), глянцеві педи
Roland Jupiter-8	Аналоговий (VCO)	Багатий, мерехтливий, королівський	2 VCO на голос; 8 голосів; Режими Split/Layer; Фільтр 12/24 дБ	Мерехтливі педи, сміливі ліди, багаті арпеджіо
Oberheim OB-X	Аналоговий (VCO)	Сирий, дикий, масивний	Повністю дискретна архітектура (на базі SEM)	Агресивні, нестабільні браси; дуже широкі педи
Oberheim OB-Xa	Аналоговий (VCO)	Жирний, хриплий, гладкий	Архітектура на чіпах Curtis (SEM)	Канонічний брас-стаб 80-х (Van Halen); потужні

				струнні
--	--	--	--	---------

### Визначальні аналогові полісинтезатори епохи Synthwave

#### Додаток Ж

Педаль/Бренд	Естетичний профіль	Характер звуку	Визначальні алгоритми	Ідеальне застосування
Strymon BigSky	Небесний, Ефірний	Pristine, clean, and bright (чистий, ясний, яскравий); warmer (тепліший); transparent (прозорий)	Shimmer, Cloud, Bloom	Створення пишних, красивих, небесних звукових ландшафтів; чиста прозора реверберація
Eventide Space	Потойбічний, Темний	Atmospheric, dark, experimental (атмосферний, темний, експериментальний); gritty (грубий); colder	Blackhole, Mangledverb, Shimmer	Створення масивних, нереалістичних просторів; експериментальний саунд-дизайн; вихід за

		(холодніши й)		межі реверберації в FX
--	--	------------------	--	------------------------------

**Апаратні ревербератори як інструменти формування Ambient-естетики**

**Додаток 3**

<b>Функція</b>	<b>MIDI 1.0 (1983)</b>	<b>MPE (MIDI 1.0 Hack)</b>	<b>MIDI 2.0 (2020)</b>	
Розділ ьна здатність CC	7-біт (128 кроків)	7-біт (128 кроків)	32-біт (4,294,967,2 96 кроків)	
Розділ ьна здатність Velocity	7-біт (128 кроків)	7-біт (128 кроків)	16-біт (65,536 кроків)	
Кількі сть каналів	16	16 (але 1 нота = 1 канал)	256 (16 груп х 16 каналів)	
Pitch Bend (Зміна висоти)	На канал (монофоніч ний)	На ноту (поліфонічн ий)	На ноту (поліфонічн ий)	
Контр олери (CC)	На канал (монофоніч	На ноту (поліфонічні	На ноту (поліфонічні	

	ні)	)	)	
Двона правленість	Ні (однонаправ лений)	Ні	Так (Property Exchange, Profiles)	
Основ не обмеження	Zipper effect, моно-експе сія	Склад ність налаштуван ня, займає всі канали	Бар'єр впроваджен ня (SysEx ID)	

**Порівняльний аналіз експресивних можливостей MIDI 1.0, MPE та MIDI 2.0**

**Додаток I**

<b>Платформа /Формат</b>	<b>Цільова гучність (Integrated)</b>	<b>True Peak Max</b>	<b>Специфіка формату</b>	<b>Вплив на міксинг</b>
<b>Spotify</b>	-14 LUFS	-1.0 dBTP (Lossy), -2.0 dBTP (Loud)	Ogg Vorbis / AAC	Зменшення потреби в цегляному

				лімітуванні, фокус на динаміці, але збереження щільності.
<b>Apple Music (Spatial)</b>	-18 LUFS	-1.0 dBTP	Dolby Atmos (ADM BWF)	Необхідність окремого зведення об'єктів, перевірка бінауральної сумісності.[ 62]
<b>Клубні системи</b>	-6 до -9 LUFS (Типово)	-0.1 dBTP	WAV / AIFF (44.1/48kHz)	Максимальна енергія, контроль суб-низу (моно-сумісність нижче 150Hz).
<b>Broadcast (EBU R128)</b>	-23 LUFS	-1.0 dBTP	WAV	Широкий динамічний діапазон, критично для музики в кіно/ТБ.

**Стандарти гучності та формати для основних платформ (станом на 2024-2025)**

<b>Характеристика</b>	<b>Лінійна парадигма (Tape/Traditional DAW)</b>	<b>Нелінійна парадигма (Session View/Clip Launch)</b>	<b>Вплив на кінцевий продукт</b>
<b>Структура часу</b>	Хронологічна, фіксована (початок -> кінець).	Циклічна, модульна, довільний доступ.	Сприяє створенню треків з чіткою драматургією розвитку або ж, навпаки, статичних гравів.
<b>Підхід до аранжування</b>	Вертикальний (нашарування партитур).	Горизонтальний та комбінаторний (сцени, кліпи).	Заохочує експерименти з формою та щільністю фактури в реальному часі.
<b>Роль помилки</b>	Помилка вимагає перезапису (takes).	Помилка може бути збережена, зациклена та перетворена на фічу.	Розвиток естетики happy accidents (щасливих випадковостей).
<b>Психологічний</b>	Фокус на виконанні та	Фокус на кураторстві	Зменшення тиску під час

<b>стан</b>	фіксації моменту.	звуків та конструюванні.	запису, але ризик option paralysis (паралічу вибору).
-------------	-------------------	--------------------------	---

### Порівняння парадигм робочого процесу: Лінійна vs. Нелінійна

#### Додаток К

<b>Етап обробки</b>	<b>Інструменти/Плагіни</b>	<b>Мета</b>	<b>Естетичний ефект</b>
<b>1. Pitch Correction</b>	Antares Auto-Tune (Retune speed: 0)	Жорстка корекція висоти тону.	Роботизований, ідеальний звук, підкреслення штучності.
<b>2. Formant Shifting</b>	Little AlterBoy, Melodyne	Зміна форманти (вгору або вниз) без зміни ноти.	Трансформація гендеру голосу, створення мультяшного або демонічного тембру.
<b>3. Distortion/Saturation</b>	Soundtoys Decapitator, FabFilter Saturn	Насичення гармоніками.	Агресія, прорізання щільного міксу, бруд.
<b>4. Hyper-Compression</b>	OTT (Xfer), LA-2A емуляції	Багатосмугова компресія (upward/downward)	Максимальна деталізація, виведення

		rd).	тихих звуків (дихання) на передній план.
<b>5. Spatial Effects</b>	Valhalla Shimmer, Micro-delays	Величезні, неприродні реверберації або надкороткі ділеї.	Створення відчуття синтетичного простору.

### **Типовий ланцюг обробки вокалу в жанрі Нурерпрор**

**Додаток Л**

#### **Флеш-носій:**

- 1.Текст кваліфікаційної роботи на тему **«Електронна музика як стильова особливість сучасної культури»**
- 2.Аудіо-відео додатки, таблиці.
3. Перевірка на плагіат. Звіт подібності: **Strikeplagiarism.com**



## Звіт подібності

### Метадані

Назва організації

**National Academy of Management of Culture and Arts**

Заголовок

**Електронна музика як стильова особливість сучасної культури**

Автор

Науковий керівник / Експерт

**Санніков Микита Ігорович1 Кафедра Мистецтв**

підрозділ

**ІПМ**

### Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

**25816**

Кількість слів

**196513**

Кількість символів

### Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		2
Інтервали		0
Мікропробіли		17
Білі знаки		1
Парафрази (SmartMarks)		7

### Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

#### 10 найдовших фраз

Копір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---------------------	--	---