

Фидеєва К. В.,
доктор мистецтвознавства,
доцент Національної музичної академії України імені П.І. Чайковського

КІБЕРНЕТИЧНІ ПІДХОДИ В ТЕОРЕТИЧНОМУ МУЗИКОЗНАВСТВІ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

У статті розглянуто теоретико-інформаційні підходи в аналізі логіко-конструктивних принципів музичного мислення. Запропонована формалізована модель є ілюстрацією системно-структурної організації музичного матеріалу (зокрема, гармонічних явищ).

Ключові слова: теорія передавання інформації, теорія кодування інформації, теорія ймовірностей, ентропія, теоретико-інформаційні підходи, логіко-конструктивні принципи музичного мислення, системно-структурна організація, «код» фонізму.

В статье рассмотрены теоретико-информационные подходы в анализе логико-конструктивных принципов музыкального мышления. Предложенная формализованная модель является иллюстрацией системно-структурной организации музыкального материала (в частности, гармонических явлений).

Ключевые слова: теория передачи информации, теория кодирования информации, теория вероятностей, энтропия, теоретико-информационные подходы, логико-конструктивные принципы музыкального мышления, системно-структурная организация, «код» фонизма.

Theoretic-informational approaches in the analysis of logical-structural principles of musical thinking were analyzed in the article. The formalized model is suggested as an illustration of system-structural organization of musical (including harmonic phenomena).

Key words: the theory of information transfer, the theory of information coding, the theory of probability, the entropy, information-theoretic approaches, logical-structural principles of musical thinking, system-structural organization, the phonism «code».

Предметом дослідження є виявлення та означення напрямків застосування теоретико-інформаційного підходу в аналізі логіко-конструктивних принципів музичного мислення в процесі еволюції.

Мета статті полягає у створенні формалізованої моделі системно-структурної організації гармонічної мови пізнього періоду творчості О. М. Скрибіна.

Історичний досвід довів можливість продуктивного використання методів точних наук у мистецтвознавчих дослідженнях та застосування комп'ютерних технологій у різноманітних мистецьких сферах. Ключовою ідеєю кібернетики є наявність аналогії, ізоморфності в регулятивних процесах, що протікають у різних системах – технічних, біологічних, соціальних. Відкриття принципу ізоморфізму дозволило “конструювати”

штучні системи, що імітують життєдіяльність суспільства, людини, тварин, та характеризувати їх універсальними поняттями.

Кібернетика акумулювала деякі розділи математики, теорії ймовірностей, символічної логіки, алгебри логіки, математичної статистики. Ретроспективний аналіз розвитку наукової думки минулого дозволяє сфокусуватися на ідеях, що стали теоретичним фундаментом кібернетики: XIII століття – Раймунд Луллій (1235–1315), іспанський філософ, алхімік, передбачив ідею обчислювальної машини у вигляді механічного пристрою для одержання інтелектуальної та нової інформації; XVII ст. – Рене Декарт у праці «Міркування про метод» репрезентує раціоналістичний підхід до вивчення природи за допомогою законів механіки, аналізує ізоморфність процесів у живих організмах і машинах, Блез Паскаль досліджував можливості технічної реалізації проявів інтелекту імовірнісними методами, винайшов обчислювальну машину; XVII – XVIII ст. – І. Ньютоном та Г. Лейбніцем були сформульовані основоположні принципи теорії ймовірностей і математичної логіки. Так, Н. Вінер зазначав: "Якщо б мені прийшлося вибирати в анналах історії наук святого-покровителя кібернетики, то я обрав би Лейбніца. Філософія Лейбніца концентрується навколо двох основних ідей, тісно пов'язаних між собою: ідеї універсальної символіки та ідеї логічного числення" [2; 58]. У численні умовиводів (*calculus ratiocinator*) Лейбніца міститься детермінанта машини, що мислить – *machina ratiocinatrix*; XIX ст. – Дж. Буль застосував методи алгебри до логічних перетворювань (алгебра логіки або булева алгебра); XX ст. – математична статистика. Крім цього, у становленні кібернетики важливими науковими галузями в XIX–XX ст. стали теорія автоматичного регулювання (Дж. Максвелл, І. Вишнеградський, А. Ляпунов), напрями фізіології, які присвячені умовним рефлексам та механізму зворотних зв'язків у працях І. Павлова, Н. Бернштейна, П. Анохіна (XX ст.), загальна теорія систем, загальна теорія організації (Л. фон Берталанфі, А. Богданов).

У формуванні кібернетичної науки, окрім вищезазваних напрямів у другій половині XX ст. активно розвиваються та відіграють важливу роль теорія інформації, математичне моделювання, системний аналіз. З опублікуванням у 1948 р. книги Н. Вінера «Кібернетика або управління і зв'язок у тварині та машині» [2] пов'язують появу кібернетики.

Теоретичним музикознавством використовується ряд сучасних наукових напрямів – теорія інформації, загальна теорія систем, теорія ймовірностей (зокрема, марковські процеси, основоположні принципи теорії графів та пов'язана з ними теорія гри), комбінаторика, теорія множин, теорія груп, алгебра логіки, алгебра Буля, символічна логіка, а також напрямів математики і гуманітарних наук (перш за все, мовознавства літературознавства) – структурна лінгвістика і семіотика.

На думку І. Б. Пяковського, «Специфіка кібернетичних підходів до досліджуваних об'єктів полягає в тому, що в них найтісніше поєднуються теоретичні і практичні питання. Це поєднання найповніше відображається в кібернетичному понятті «машини», що є одночасно і віртуальним об'єктом, на якому моделюються теоретико-математичні положення функціонування систем різного типу, і практичним втіленням в електронних системах різних автоматичних реле, автопілотах, комп'ютерах» [6; 90].

Теорія інформації оперує поняттями кількості, оригінальності, міри і надлишковості інформації. Так, кількість інформації залежить від ступеня її

передбаченості; оригінальність інформації визначається її непередбаченістю; максимально передбачена інформація є свідченням того, що кількість інформації дорівнює нулю; визначення міри інформації виявляється оптимальним кількісним звуженням елементів коду повідомлення при збереженні повноти інформації; надлишок інформації характеризується наявністю зайвих елементів коду. Важливим виявляється процес розуміння інформаційного тексту-повідомлення, який передбачає визначення оптимального співвідношення неупорядкованих (ентропійних) та впорядкованих (негентропійних) текстових елементів [6; 92].

Важливим чинником в теорії інформації, на думку І. Б. Пясковського, є «породжуюча граматики». «Вона передбачає наявність певного набору елементів коду, номінації (присвоєння значень) елементам коду. Тут враховується залежність «структури репрезентації знань» (структури змісту інформаційного повідомлення) від особливостей «передавача» та «приймача» повідомлення. [...] Проблема «розуміння» інформації вирішується послідовністю «входу» та «виходу» інформації (побудова будь-якої програми для ЕОМ також передбачає наявність «входу» та «виходу» інформаційних даних, діалогових форм спілкування в системі «людина – комп'ютер») [6; 92].

«Породжуюче граматичне» спрямування визначило сучасний вектор розвитку теорії інформації, яка «... вийшла на рівень пізнання ізоморфних властивостей інформаційних процесів, що простежуються в якісно відмінних об'єктах. Так, генетичний код у біології розглядається як інформаційна система тексту з комбінаторним набором складових елементів (амінокислот). З позицій теорії інформації можуть розглядатись і «коди культури»: культура виявляє ознаки інформаційного тексту з певним набором елементів коду. Детермінована і стохастична моделі культурогенезу уособлюють прояви іманентних самочинних закономірностей еволюційних процесів, до яких долучаються суб'єктивні чинники випадковості культурних художньо-стильових наверстувань» [6; 92].

Досліджуючи специфіку теоретико-інформаційного підходу в аналізі системно-структурної організації звукових явищ, зазначимо, що «... розуміння музичного тексту передбачає концентрування уваги на мірі співвідношення упорядкованості та неупорядкованості, однорідності та неоднорідності, детермінізму та стохастичності, імплікаційних (причинно-наслідкових) та диз'юнктивних (вільних у виборі) залежностей, симетрії та асиметрії. «Породжуюча граматики» музичного тексту на різних історичних етапах виявлялась у правилах діафонії доби органуму, у правилах строгої поліфонії, класичної гармонії, дванадцяти тонової серійної техніки та ін.» [6; 92].

Наведемо коментарі теоретико-інформаційного підходу в аналізі системно-структурної організації звукових явищ. Перш за все, відзначимо важливість у контексті зазначеної проблематики поняття ентропії, розробленого в теорії інформації.

Зокрема, як зазначає І. Б. Пясковський, фізичне поняття ентропії у термодинаміці ввів Р. Клаузіус у 1854 р., яке визначалося за формулою $S = Q / T$, де S – це функція ентропії, T – абсолютна температура фізичного тіла, Q – кількість збереженого тілом тепла [6; 91].

Ентропія є апріорною невизначеністю системи. Цей термін введений для обчислення розподілу ймовірностей, де $P_k > 0$ для кожного k (суми) $P_k = 1$.

Розподіл ймовірностей може виникати у двох випадках. По-перше, в кібернетиці – як міра невизначеності в інформаційному сенсі (наприклад, уявимо, що є якийсь символ або величина, відповідно, P_k – це ймовірність того, що даний символ (величина) має № k (приналежність k – класу). По-друге, в термодинаміці, коли існує певна фізична система (наприклад, сукупність частинок, які розподіляються окремими класами). Ці дві ентропії найтіснішим чином взаємопов'язані, так як частинки фізичної системи містять певну кількість інформації, що полягає в приналежності до певного класу об'єктів. Інформаційна ентропія невизначеності співпадає з фізичною ентропією системи.

Саме поняття ентропії в контексті аналізу звукових структур дозволяє провести оцінку впливу на звукоелементи, акордові структури, що нами досліджуються, попередніх етапів розвитку звукової системи. Це надає можливість виразити у формалізованому вигляді прояв детермінованих зв'язків на рівні структурної організації звукової тканини. Крім того, це також дозволяє узагальнити результати дослідження в аспекті виявлення еволюційних процесів у розвитку індивідуального музичного мислення.

Зокрема, у праці А. М. Яглом і І. М. Яглом «Ймовірність і інформація» (глава 4 розглядаються дослідження зарубіжних вчених, проведених на прикладах різних музичних текстів – американських ковбойських пісень, католицьких гімнів, творів південноіндійської музики XVII–XIX ст., творів Й. Гайдна, Ф. Шуберта, Ф. Мендельсона, Р. Шумана, а також А. Шенберга, А. Веберна з точки зору частотної появи окремих звуків, їх сполучень з обчисленням умовної ентропії та значень надмірності [10].

Наведений тип досліджень переважно виявляється ілюстрацією можливості застосування теоретико-інформаційних методів аналізу музичних текстів. Аналіз ентропійних процесів у гармонічному мисленні пізнього періоду творчості О. Скрябіна дозволяє зробити висновок про якість звукової системи – це відкрита система (тобто система з неперервним «надходженням енергії» ззовні, система з нерівномірними значеннями звукових подій, їх диференціацією на одиничні домінуючі – наприклад, «прометеївські структури» – і численні фактурно-комбінаторні варіанти послідовностей цих структур). У цьому – відмінність звукової системи пізньої гармонії О. Скрябіна від атонально-серійних і серіальних систем закритого типу.

Значущими у проведеному дослідженні виявилися теоретичні принципи передавання інформації та теорії кодування. Фундаментальні теореми теорії передавання інформації спочатку виявлялися у вигляді теорем існування, які доводили продуктивність оптимальних методів кодування і декодування, проте не визначалися способи їх побудови і технічної реалізації даних методів. У зв'язку з цим згодом набула розвитку теорія кодування, пов'язана з конструюванням конкретних та відносно простих алгоритмів кодування і декодування, що наближаються за своїми можливостями до оптимальних алгоритмів, існування яких доводилося в теорії передавання інформації.

Так, теорія кодування інформації, репрезентація інформації як числової величини, створення загальної схеми процесу передачі повідомлень, введення поняття надмірності, запропоновані К. Шенноном для вирішення технічних завдань, стали

продуктивно використовуватися, окрім біології (у генетиці для розшифрування кодів спадкоємної інформації), психології, лінгвістики, у дослідженні явищ культури, а саме – “мови” культури.

Теорію кодування вирізняє те, що нарівні зі статистичними методами для побудови конкретних кодів вона використовує алгебричні та комбінаторні ідеї.

Процес кодування інформації певним чином пов'язаний з процесом моделювання – алгоритмізацією інформаційного потоку. У праці Р. Х. Заріпова «Кібернетика і музика» обґрунтовується застосування методу моделювання при вивченні творчих процесів. При моделюванні наближено відтворюються характерні і специфічні риси досліджуваного процесу, закономірності, що виявляються в логічних, статистичних, кореляційних залежностях, у яких діє стохастичний чинник (зокрема, ймовірнісні принципи були використані дослідником при моделюванні одноголосних мелодій і віршованих ритмічних послідовностей, при вивченні закономірностей різноманітних прийомів варіаційного розвитку мелодії). Окрема глава даної праці присвячена розгляду програм з моделювання функцій екзаменатора та учня при рішенні завдань з гармонії [2].

Принципи теорії кодування можна спроектувати на дослідження, що нами проводилося, в процесі якого було проаналізовано акордові структури Прелюдій ор. 67 № 1 – 2 О. Скрябіна і виявлено, що їх звуковий комплекс визначається семиступеневим або дев'ятиступеневим звукорядом, який відображає структуру «прометеївського» акорду і виявляється своєрідним «кодом» фонізму пізньої гармонії композитора.

Одним з основних принципів теорії кодування є принцип мінімізації надмірності, що симптоматично для пізнього періоду творчості О. Скрябіна. Саме в цей період спостерігається інтонаційна диференціація звукоелементів, яка складає «прометеївський комплекс».

Запропонована нами теоретико-інформаційна модель організації звукової системи дозволяє здійснити аналіз логіко-конструктивних принципів музичного мислення в процесі еволюції. У цьому контексті важливо зрозуміти, що з позицій термодинаміки еволюція «замкненої системи» «... характеризує незворотний перехід від менш імовірного до більш імовірного стану системи, від упорядкованості до неупорядкованості з максимальним зростанням ентропії. В остаточному стані всі види енергії переходять у теплову; вивільнення енергії означає її «витрачання», що призводить до кінцевої «теплової смерті» Всесвіту» [6; 94].

Аналіз еволюції «відкритих систем» визначається рухом від простих станів до станів високої складності, «... від неупорядкованості до упорядкованості, від однорідності до неоднорідності (це простежується в еволюції матеріального світу – від простіших елементів до складніших, від атомів до молекул, від неживої природи до живої, від тваринного світу до людини, людського суспільства). Теоретико-інформаційна модель еволюції відкритих систем характеризується інформаційним ускладненням, тобто такі системи у процесі еволюції набувають складнішої упорядкованої структури і мають «більшу свідомість», за Тейяром де Шарденом» [6; 94].

Узагальнюючи результати аналізу якості звукової системи пізнього періоду творчості О. М. Скрябіна, ми дійшли висновку, що теоретико-інформаційний підхід у

дослідженні музичних явищ, аналіз прояву ентропійних процесів, процесів кодування звукової інформації найбільш повно реалізується у ймовірно-статистичному її представленні. Метод ймовірно-статистичного аналізу акордових структур за принципами “марковських процесів” у гармонії пізнього періоду творчості О. Скрибіна дозволив виявити найскладніші внутрішні механізми музичного мислення композитора. Головним та визначальним у ймовірності подій виявився різний ступінь їх детермінованості. З одного боку, – це імплікаційна залежність, з іншого – комбінаторна мінливість, пермутаційність звукових подій.

Дослідження «марковських процесів» у гармонії пізнього О. Скрибіна пов’язане з розглядом інформаційно-містких структур, відзначених певною структурною стійкістю. У проблематиці, пов’язаній з енергетичним підтриманням організаційної складності, переважно виявляється поняття негентропії.

Аналіз негентропійних процесів у гармонічному мисленні О. Скрибіна спрямований на характеристику якості звукової системи композитора – це відкрита система з неперервним «поповненням енергії» ззовні, система з нерівноймовірнісними значеннями звукових подій, їх диференціацією на одиничні домінуючі – наприклад, «прометеївські структури» і численні фактурно-комбінаторні варіанти послідовностей цих структур. У цьому – відмінність звукової системи пізньої гармонії О. Скрибіна від атонально-серійних і серіальних систем закритого типу.

Якісно новий погляд у дослідженні музичної культури виявився саме в тому, що вона стала розглядатись як текст, певним чином організована і структурована інформація, яка складає алфавіт “опорних” елементів, комбінаторно представлених у метамовних структурах кодів культури, її “породжуючої граматики”. Цей новий погляд на культуру об’єднав теоретико-інформаційні, кібернетичні, семіотичні, структурно-лінгвістичні, теоретико-множинні та символічно-математичні підходи в її дослідженні. Координаційним центром тут виявились кібернетичні підходи, специфіка яких відображена у формуванні якісно нової єдності науково-теоретичних і технічних рішень.

Процеси інформаційного ускладнення систем репрезентації знань, які простежуються в різних наукових напрямках, виявляються і в сфері музичної культури. Це пов’язано з тенденцією зближення традиційно віддалених галузей точних наук і музикознавства, яка інтенсифікувалася протягом декількох десятиліть. Результативність наукових розробок досягається шляхом використання та перенесення методів дослідження точних наук у мистецтвознавчі дисципліни, в сферу внутрішньотекстового аналізу. За принципової відмінності іманентної організації математичної “мови” та “мови” музичної культури відбуваються процеси їх конструктивної взаємодії в плані основ метамовного опису.

До таких наукових дисциплін, як ми вже зазначали, належать: теорія інформації, теорія ймовірностей, теорія множин, зокрема, алгебра логіки, алгебра Буля, символічна логіка, семіотика, структурна лінгвістика, що склалися як міждисциплінарне поєднання. У практичному застосуванні вищенаведені дисципліни продемонстрували ефективність взаємодії з іншими науковими галузями у використанні логіко-математичного апарату та виявленні себе як метамови для аналізу процесів розвитку музичної культури.

Таким чином, напрями сучасних музикознавчих досліджень в аспекті інформаційного підходу, системи передачі кодів відображають певний етап репрезентації звукових явищ, яка віднайшла своє "втілення" в принципах функціонування комп'ютерних систем, основних засадах мов програмування, розробці інтелектуальних алгоритмів.

Література:

1. Берталанфи Л. Общая теория систем – критический обзор / Л. Берталанфи. Исследования по общей теории систем : сб. переводов. – М. : Прогресс, 1969.
2. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – М. : Наука, 1983. – 343 с.
3. Зарипов Р. Х. Кибернетика и музыка / Р. Зарипов. – М. : Музыка, 1971. – 236 с.
4. Лем Ст. Модель культуры // Ст. Лем. Этика технологии и этики. Модель культуры. – Пермь : РИФ «Бегемот», 1993. – С. 48–92.
5. Моль А. Информация и эстетическое восприятие / А. Моль. – М. : Мир, 1975. – 351 с.
6. Пясковский А. Музыка і кібернетика : все ще актуальне зіставлення понять // Часопис ім. П. І. Чайковського. – № 3 (4). – 36 статей. – К., 2009. – С. 90–103.
7. Файнберг К. В. Музичні комп'ютерні технології ХХ століття : монографія / К. В. Файнберг. – Київ : Парламент. вид-во, 2006. – 399 с.
8. Шарден де П. Тейяр Феномен человека. Жизнь, мысль, сверхжизнь / Шарден де П. Тейяр. – М. : Наука, 1987. – 240 с.
9. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – М. : Изд-во ИЛ, 1963. – 829 с.
10. Яглом А. М. Вероятность и информация / А. Яглом. – М. : Наука, 1973. – С. 281–290.