Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

**НАЦІОНАЛЬНА МУЗИЧНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**імені П. І. ЧАЙКОВСЬКОГО**

**ФАДЄЄВА КАТЕРИНА ВОЛОДИМИРІВНА**

УДК 78.01:004.45] (043.3)

**СУЧАСНІ КОМП’ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**У ДОСЛІДЖЕННІ МУЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ**

Спеціальність 17.00.03 – Музичне мистецтво

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора мистецтвознавства

**Київ – 2009**

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Київському національному університеті культури і мистецтв Міністерства культури і туризму України

**Офіційні опоненти:** доктор мистецтвознавства, професор

**Самойленко Олександра Іванівна,**

проректор з наукової роботи Одеської державної музичної академії імені А. В. Нежданової Міністерства культури і туризму України

доктор мистецтвознавства, професор

**Терещенко Алла Костянтинівна,**

провідний науковий співробітник Інституту

мистецтвознавства, фольклористики та етнології імені М. Т. Рильського НАН України (Київ)

доктор мистецтвознавства, професор

**Кияновська Любов Олександрівна,**

завідуюча кафедри історії музики Львівської

національної музичної академії імені

М. В. Лисенка Міністерства культури і туризму України

Захист відбудеться «\_\_25\_\_» \_лютого\_ 2009 р. о \_\_18\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.005.01 по захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук у Національній музичній академії України ім. П. І. Чайковського (01001, м. Київ-1, вул. Архітектора Городецького, 1-3/11).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національної музичної академії України ім. П. І. Чайковського (01001, м. Київ-1, вул. Архітектора Городецького, 1-3/11).

Автореферат розісланий «\_\_23\_\_\_» \_\_січня\_\_ 2009 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради,

кандидат мистецтвознавства, доцент І. М. Коханик

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

Останні десятиліття сучасні галузі науки відзначені тенденцією зближення традиційно віддалених сфер. Результативності наукових досліджень досягають саме шляхом використання та екстраполяції методів точних наук у мистецтвознавчі дисципліни, в сферу внутрішньотекстового аналізу. За принципової відмінності іманентної організації математичної “мови” та “мови” культури відбуваються процеси їх конструктивної взаємодії в плані побудови основ метамовного опису. Таким чином, математичні дисципліни виявляють себе як метамови для аналізу процесів розвитку культури та музичної культури зокрема.

Інтенсивний розвиток комп’ютерних технологій третього тисячоліття значно розширив межі нематематичних проблем, які передбачають відпрацювання алгоритму для вирішення поставленої задачі та розробки моделі на рівні інформаційних процесів, пов’язаних з творчою діяльністю (синтез і аналіз художніх, зокрема музичних текстів). Процес створення моделі наближено відтворює дослідження з відповідним урахуванням характерних та специфічних властивостей у вигляді логічних, кореляційних, а також теоретико-інформаційних та ймовірнісно-статистичних закономірностей. Методами формалізації здійснюється проникнення у внутрішню логічну сутність, у взаємозв’язки та закономірності творчого процесу. Комп’ютерні технології змінюють сталі стереотипи уявлень в дослідженні процесів мислення і впливають на формування алгоритмічного стилю мислення.

Одним із творчих напрямків у розвитку проблем штучного інтелекту постало моделювання творчості, яке набуло активного розвитку у 60 – 70-ті роки та інтенсифікувалося в останнє десятиліття минулого століття. При цьому фокус досліджень було спрямовано на вивчення найбільш складних питань, пов’язаних з процесами мислення.

На сучасному етапі застосування комп’ютерних технологій у дослідженні музичної культури має різноманітне спрямування, оскільки програмне забезпечення створюють колективи, що складаються з програмістів світового рівня та спеціалістів–професіоналів певної предметної галузі. У програмах сконцентровані результати багаторічних наукових досліджень (маємо на увазі такі наукомісткі проблемні галузі, як, наприклад: штучний інтелект, теорія інформації, теорія алгоритмів).

Так, теорія кодування інформації, репрезентація інформації як числової величини, створення загальної схеми процесу передачі повідомлень, введення поняття надмірності, запропоновані К. Шенноном для рішення технічних задач, стали продуктивно використовувати, окрім біології, в генетиці – для розшифровування кодів спадкоємної інформації, в психології, лінгвістиці, а також у дослідженні явищ культури, а саме “мови” культури.

Імпульсом до написання роботи стала спроба системного узагальнення функціонування евристичних процесів у музичних комп’ютерних програмах. Означена проблематика обумовила звернення до праць у галузі структурної лінгвістики, антропології, етнології, семіотики, структурного аналізу художніх та поетичних текстів, літературознавства у контексті принципів теорії кодування інформації, теорії множин, алгебри логіки (праці К. Леві-Строса, Р. Барта, У. Еко, М. Фуко, Г. Маркузе, А. Моля, Ю. Лотмана, В. Іванова, О. Фрейденберг, В. Проппа, О. Потебні та ін.). Запропонований контекст сфокусований на дослідженні віртуальної “взаємодії” принципів мислення, властивих різним етапам розвитку культури та принципах дії комп’ютерних систем.

Функціонування комп’ютерних систем, як і нейронів мозку, підпорядковано природничо-науковим законам, детерміновано з точки зору процесів історичного розвитку суспільства. У постановці задач програмного забезпечення пріоритетні позиції займають складні та різноманітні моделі, максимально наближені до функцій інтелекту. Очевидно, що можливості машинної імітації функцій людського мозку дозволяють її використовувати в галузях, що піддаються алгоритмізації або формалізації з подальшим програмуванням.

Сучасна комп’ютерна система виконує не тільки сенсорні, але й розумові операції, як, наприклад: математичні обчислення, запам’ятовування, ретрансляцію, а також обчислювальні роботи з обробки значних масивів інформації. Така система програмного забезпечення є адаптивною, наближеною до відтворення функцій мозку людини, тобто містить ознаки інтелекту. Саме зв’язок з дослідницькою базою *штучного інтелекту* є ключовим в аналізі евристичних процесів.

Завдяки проблематиці розробок штучного інтелекту виявляють способи аналізу складноорганізованих процесів, які базуються на алгоритмічному моделюванні досліджуваних явищ.

Важливим чинником в аналізі різнопланових явищ музичної культури, зокрема “механізмів” її організації та функціонування, принципів взаємозв’язку її складових частин, стає алгоритмічне моделювання.

Таким чином, **актуальність теми** дисертаційного дослідження полягає в наступних позиціях:

1) у якісно новому етапі формування художньої (музичної) культури, який потребує узагальнюючих підходів в осмисленні тенденцій її розвитку;

2) у здійсненні спроби панорамного висвітлення сфер застосування методів штучного інтелекту у дослідженні музичної творчості;

3) у системному викладі функціонування евристичних процесів у музичних комп’ютерних програмах.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Київського національного університету культури і мистецтв (протокол засідання № 8 від 02 червня 1998 р.).

Тема дисертації відповідає цільовій комплексній програмі культурологічних досліджень КНУКіМ “Трансформаційні процеси в культурі та мистецтвах України” (державний реєстраційний №0107U009539).

**Мета** **і** **завдання** **дослідження.** Мета дослідження полягає в системному викладі теоретичних засад евристичного музичного програмування, що вплинуло на збагачення музикознавчої дослідницької бази в найрізноманітніших напрямках, починаючи від музично-акустичних аспектів і завершуючи більш глибоким усвідомленням механізмів музичного мислення. Означене коло проблематики обумовило і відповідні н**аукові завдання**:

* виявлення асимілюючих закономірностей в культурних феноменах (насамперед у художніх текстах різних періодів розвитку культури) та теорії кодування інформації, теоретико-множинних та алгебро- логічних принципах;
* узагальнення спільних підходів, пов’язаних з методом опозицій в культурних феноменах (художніх текстах різних етапів розвитку культури);
* загальна характеристика історії розвитку електронної та електроакустичної музики в аспекті осмислення принципів будови звуку;
* характеристика основних етапів розвитку комп’ютерних технологій академічного напрямку в аспекті дослідження логіко- конструктивних механізмів музичного мислення;
* визначення історичних тенденцій виникнення та розвитку звукових та музичних комп’ютерних програм;
* аналіз структури та функцій програм-секвенсерів;
* аналіз структури та функцій програм для запису та цифрової обробки звуку;
* аналіз структури та функцій додаткових Plug-ins модулів обробки звуку;
* аналіз структури та функцій програмних емуляторів синтезаторів та звукових модулів;
* аналіз навчальних музичних комп’ютерних програм (за класифікацією – експертний та неекспертний тип);
* аналіз евристичних музичних комп’ютерних програм;
* аналіз системи алгоритмічної музики FractMus;
* аналіз системи алгоритмічної музики PatchWork та OpenMusic;
* створення авторської евристичної комп’ютерної програми для теоретичних музикознавчих досліджень;
* узагальнення специфіки використання комп’ютерних технологій у теоретичному музикознавстві.

**Об’єктом дослідження** є музичні комп’ютерні програми (системи алгоритмічної музики, секвенсери, запис та цифрова обробка звуку, додаткові Plug-ins модулі обробки звуку, програмні емулятори синтезаторів та звукових модулів; навчальні, евристичні).

**Предмет дослідження** складають евристичні процеси в музичних комп’ютерних програмах.

**Матеріалом дослідження** слугували: системи алгоритмічної музики – FractMus, PatchWork, OpenMusic; секвенсери – Cakewalk Pro Audio, Cakewalk Express Gold, Cubase, Logic Audio Platinum, Digital Orchestrator Pro та Fruity Loops Pro; запис та цифрова обробка звуку – Sound Forge 4.5, WaveLab, Cool Edit Pro, Samplitude; аранжування – ACID PRO; багатоканальне зведення звукового матеріалу – Nuendo; plug-ins – модулі – Cakewalk Audio FX; програмні емулятори синтезаторів та звукових модулів – GigaSampler, ReBirth RB338; віртуальні синтезатори – Audio Architect, Reaktor – Classic 2 – VCO.ens, GigaStudio, Reason v1.0; віртуальний семплер – SAW Pro; навчальні (експертні) – “Music Lessons”, “Piano Professor”, Midisoft Play Piano, The Christmas Pianist, The New Orleans Pianist, The Gospel Pianist, The Jazz Pianist, The Ragtime Pianist, The Children’s Pianist та The Latin Pianist, Claire, Miracle Piano Teaching System, Music Mentor, The Orchestra, Singing Tutor v.4.0, “Carry-А-Tune”; навчальні (неекспертні) – Keyboard Basics, MIBAC Music Lessons, Jazz Guitarist The Jazz Pianist, The Pianist, The Musical World of Professor Piccolo, Composer Quest, Musical Instruments, Guitar Teacher, Key Note Music Drills, Chord Wizard та Super Guitar Chord Finder (version 5.0), Cakewalk In Concert; евристична – Style Enhancer.

# Методологія дослідження. Для досягнення поставленої мети та реалізації основних завдань дослідження застосовано комплекс наукових методів, а саме:

* *системний* – зумовлений усебічним дослідженням евристичних процесів як прояву механізмів музичного мислення;
* *культурологічний* – спираючись на теоретико-інформаційні, теоретико-множинні та алгебро-логічні закономірності дозволяє виявити “віртуальний” взаємозв’язок у механізмах мислення культурних феноменів (у їх конструктивному прояві) та принципах дії комп’ютерних систем;
* *музикознавчий* – пов'язаний з аналізом історії розвитку електронної, електроакустичної та комп’ютерної музики та зі специфікою їх застосування, а також з аналізом гармонічних структур фортепіанних творів О. Скрябіна, К. Шимановського, М. Вериківського;
* *точний* (теорія інформації, теорія ймовірностей) та *суміжний* (комбінаторика, математична логіка в галузі теорії множин та символічної логіки, структурна лінгвістика, семіотика) – пов’язані з аналізом логіко-конструктивних механізмів мислення, їх віртуальним взаємозв’язком з принципами дії комп’ютерних систем;
* *кібернетичний* – пов'язаний з комп’ютерним моделюванням творчих процесів у їх евристичному прояві.

**Ступінь розробки теми.** Проблеми специфіки прояву евристичних процесіву музичній творчості в музикознавстві в системному вигляді не представлені. Зазначимо, що окремі спостереження, вислови та узагальнення виявилися важливими для розробки заявленої теми. Це науково-теоретична спадщина з проблем музичного мислення Н. Герасимової-Персидської,

І. Котляревського, А. Мухи, Л. Кияновської, І. Пясковського, О. Самойленко, С. Шипа, Є. Назайкінського; дослідження з моделювання творчого процесу Б. Бірюкова та І. Гутчина, А. Моля, В. Фукса та М. Каслера, Р. Заріпова, М. Мінського, У. Рейтмана, О. Летичевського, І. Пясковського; теоретичні роботи композиторів Я. Ксенакіса, П. Булеза, Ж. Грізе, Е. Денисова, Е. Артем’єва.

**Наукова новизна** **одержаних результатів** полягає:

* в обґрунтуванні та системному викладі функціонування евристичних процесів у музичних комп’ютерних програмах;
* у виявленні віртуального взаємозв’язку між принципами мислення культурних феноменів різних етапів розвитку культури та принципами дії комп’ютерних систем;
* у панорамному висвітленні сфер застосування методів штучного інтелекту у контексті дослідження музичної творчості.

У запропонованому дослідженні **вперше**:

* виявлені та узагальнені спільні підходи при дослідженні механізмів мислення культурних феноменів різних етапів розвитку культури з точки зору принципів теорії кодування інформації, теорії множин та алгебри логіки;
* визначено та охарактеризовано динаміку історичного розвитку музичних комп’ютерних технологій;
* здійснено аналіз зразків основних напрямків у музичних комп’ютерних програмах ХХ ст. з точки зору їх структурних та функціональних особливостей (програм-секвенсерів, запису та цифрової обробки звуку, додаткових Plug-ins модулів обробки звуку, емуляторів синтезаторів та звукових модулів, навчальних, систем алгоритмічної композиції – FractMus, PatchWork та OpenMusic);
* запропонована класифікація для навчальних музичних комп’ютерних програм на основі використання принципу експертних систем з відповідним поділом на експертні та неекспертні;
* створена авторська евристична комп’ютерна програма “MyAccord.exe.” мовою програмування “С++” для музикознавчого аналізу;
* розкрито специфіку прояву евристичних процесів у музичній творчості;
* виявлено особливості застосування фреймових структур в аналітичному дослідженні музичних творів;
* наведено особливості застосування “марковських процесів” у комп’ютерному синтезі та аналізі музичних текстів.

**Практичне значення дисертації** полягає: по-перше, у використанні результатів дослідження в методиках, пов’язаних з вивченням концепцій моделювання творчого процесу; по-друге, у впровадженні набутих евристичних принципів у науковий обіг мистецтвознавства; по-третє, у збагаченні поняттєвого апарату інших сфер музичної творчості (зокрема, композиції, виконавства). Матеріали дослідження були використані в спецкурсах КНУКіМ: “Основи наукових досліджень”, “Історія музики ХХ століття” та “Музичні комп’ютерні технології”, а також у курсах: “Гармонія, поліфонія та аналіз музичних творів”, “Комп’ютерний аналіз музичних текстів” Національної музичної академії імені П. І. Чайковського та інших мистецьких вищих навчальних закладів.

**Апробація результатів дослідження** проходила на міжнародних та всеукраїнських науково-теоретичних і науково-практичних конференціях: Міжнародна науково-практична конференція “Культурна політика в Україні у контексті світових трансформаційних процесів” – Київ, 2001; Перша міжнародна науково-практична конференція “Відкриті еволюціонуючі системи” – Київ, ВМУРоЛ, 2002; Міжнародна наукова конференція “Міфологічний простір і час у сучасній культурі” – Київ, ДАКККіМ, 2003; Міжнародна науково-практична конференція “Наука і освіта” – Дніпропетровськ, 2005; Міжнародна науково-практична конференція “Україна – Світ: від культурної своєрідності до спорідненості культур” – Київ, ДАКККіМ, 2006; Міжнародна науково-практична конференція “Українська культура в контексті сучасних наукових досліджень та практичних реалій” – Київ, ДАКККіМ, 2007; Міжнародна науково-практична конференція “Інформаційно-культурний простір: європейський вибір” – Київ, ДАКККіМ, 2007; Міжнародна науково-практична “Історичні метаморфози мистецтва як культурологічна проблема” – Київ, АМУ та ІПСМ, 2008; Міжнародна наукова конференція ім. проф. Сергія Бураго “Мова і культура” – Київ, КНУ ім. Т. Шевченка 2008; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 1999; Всеукраїнська науково-практична конференція “Професійна мистецька освіта: діалог традицій та інновацій” – Київ, 2000; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 2002; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 2003; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 2004; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 2005; Всеукраїнська науково-практична конференція – Київ, ДАКККіМ, 2005; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 2006; Всеукраїнська науково-практична конференція “Українська культура в контексті сучасних наукових досліджень та практичних реалій” – Київ, ДАКККіМ, 2006; Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу, докторантів, аспірантів – Київ, КНУКіМ, 2007; Всеукраїнська науково-практична конференція “Трансформаційні процеси в сучасній українській культурі” – Київ, КНУКіМ, 2007; Всеукраїнська науково-теоретична конференція “Українські культурні індустрії: стан, проблеми, перспективи” – Київ, ДАКККіМ, 2008;

**Основні положення дисертації.** За темою дисертації опубліковано 1 монографію, 22 статті (з них – 20 в спеціалізованих виданнях, затверджених ВАК України), тези міжнародних конференцій (9).

**Структура дисертації.** Робота складається із вступу, семи розділів, висновків та додатку. Список використаної літератури містить 434 покажчиків. Загальний обсяг дисертації без додатків – 424 с., у тому числі основного тексту – 380 с.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ**

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження та його актуальність, визначено об’єкт, предмет, мету і завдання, базову методологію, наукову новизну і практичне значення, подано відомості про апробацію результатів та публікації з теми дисертації, наведено структуру роботи. Здійснено огляд праць у галузях культурології, музикознавства, структурної лінгвістики, літературознавства, моделювання творчого процесу, дослідницької бази штучного інтелекту, теорії інформації, теорії ймовірностей та кібернетики, теоретичні роботи композиторів, матеріали та програмні розробки провідних закордонних центрів, які відображають ступінь розробленості зазначеної проблеми.

Робоча гіпотеза полягає у виявленні загальних структуроутворювальних принципів у функціонуванні культурних феноменів на різних етапах розвитку культури та принципах дії комп’ютерних систем. Наявність віртуального взаємозв’язку є свідченням прояву глибинного механізму регуляції процесів, які формують тенденції розвитку культури, природничі процеси (фізичні, біологічні, психічні, соціальні), процеси художнього мислення та композиційних засад окремого мистецького твору.

Розділ I **– “СТРУКТУРАЛІСТИЧНІ КОНЦЕПЦІЇ В ДОСЛІДЖЕННІ ФЕНОМЕНУ КУЛЬТУРИ”** – репрезентує авторську концепцію загальних структурологічних підходів, основану на бінарній відповідності – функціонуванні культурних, художніх (зокрема музичних) феноменів з принципами дії комп’ютерних систем в контексті дослідницької бази теорії кодування інформації, теорії множин та алгебри логіки.

Підрозділ 1.1 – **“Теоретико-інформаційні принципи кодування у культурологічних та музикознавчих дослідженнях”** – присвячений розгляду культурних феноменів та їх систематизації, властивих їм структурологічних принципів у контексті теорії кодування інформації. “Ім’я” виявляє себе як кодова одиниця в архаїчних текстах ведійської культури; у шумерських та вавілонських культурологічних уявленнях, які ототожнюють “ім’я” з живою істотою, актом її створення. У міфологічній літературі простежена кореляційна залежність між “ім’ям” як функціональною одиницею та ритуальними дійствами. Це виявилося у стародавній культурі в обрядах інвокації – називаннях по імені, викликаннях, вигукуваннях

(О. Фрейденберг); “величаннях”, включених до весільного обряду

(О. Потебня).

В антропологічних та етнологічних дослідженнях К. Леві-Стросом у процесі аналізу міфологічних уявлень як кодову одиницю введено поняття “атом спорідненості”. Запропонована вченим структурна модель системи спорідненості утворена певними “родинними” зв’язками (відношеннями між чотирма членами). Основою даної системи є “мова” – алгоритм, за допомогою якого репрезентована система значень, оскільки словникові форми функціонують як упорядковані множини значень. У цьому контексті К. Леві-Стросом висунуто припущення щодо протікання аналогічних процесів у суспільному житті (в тому числі й мистецтві) в процесі виникнення та становлення мови, можливої екстраполяції лінгвістичного апарату на сфери культури і мистецтва. Застосування метамовних форм у поєднанні з функціональним фактором мови (її словниковими формами) утворюють фундамент для дослідження механізмів мислення певної епохи розвитку культури.

Принципи метамовного “кодування” елементів залучені В. Проппом. Інваріантні елементи, утворюючи сюжетну побудову чарівної казки в константному вигляді, переходять із сюжету в сюжет в якості кодової одиниці та стають своєрідною алгоритмічною моделлю сюжетного розвитку, яка визначає послідовність дій персонажів.

Системи кодів на множинній основі застосовані Ю. Лотманом при дослідженні текстових джерел з питань історії російської культури та літератури. Їх декодування здійснюється певним кодовим набором із встановленням кореляційної залежності між кодами автора та кодами дослідника.

Міфологічні уявлення репрезентовані як закодована мова культури в дослідженнях Р. Барта та “декодуються” з використанням множинних кодів.

Метод архівації, запропонований М. Фуко, надає можливість кодування культурологічної інформації. Архівацію різних культурологічних явищ здійснюють за допомогою мови, яку ототожнюють з мовою міфів. Будучи структурним дискурсом (“атомом”), вона проявляється в якості метамовних структур, що надає можливість подальшого аналізу.

Поняття “атом культури” запропоноване та введене А. Молем як кодову одиницю для дослідження “складових” західної культури та створення їх каталогу.

Рекурсивні прийоми розв’язання задач, запропоновані А. Анісімовим, покладені в основу розробок по створенню систем штучного інтелекту. Ці системи спрямовані на розробку алгоритмів для моделювання творчих процесів. Використання мови алгоритмів дозволяє “дешифрувати” закономірності, логічні принципи процесів мислення, оскільки мова алгоритмів притаманна як точним наукам, так і гуманітарним галузям знань – філософії, літературі, музиці, живопису.

Застосування принципів кодування інформації репрезентовано І. Рудем та І. Цукерманом. При створенні художнього тексту (поетичного твору, прози, твору живопису, музичного твору) закодовану інформацію в інформаційній системі мозку автор твору мистецтва використовує у вигляді апперцепційних кодів пам’яті, що, в свою чергу, утворює подальші рекурентні кодові послідовності в нових комбінаціях у реципієнта.

Принципи кодування інформації в музикознавстві запропоновані

І. Пясковським у процесі створення паспортного каталогу про музичний твір за: стильовим напрямом; типом драматургії; формою музичного твору; засобами композиторської техніки.

У проекції музикознавчого аналізу принципи кодування інформації сприяли виявленню сутнісної сторони логіко-розумового процесу у пізній період творчості О. Скрябіна. Саме цей період позначений конструктивною цілісністю музичних творів, складністю акордових структур, зумовлених поєднанням наукових ідей з ідеєю інформаційного ускладнення системи. Проведений аналіз фортепіанних творів пізнього періоду творчості композитора (Етюди ор. 56 № 4, ор. 65 № 1 та Прелюдії ор. 67 № 1) з використанням створеної автором дисертації евристичної комп’ютерної програми “MyAccord.exe.” виявив, що їх звуковий комплекс визначається семиступеневим і дев’ятиступеневим звукорядом, який відображає структуру “прометеївського акорду” та є своєрідним кодом фонізму пізньої гармонії О. Скрябіна. При значній різноманітності конструктивно-можливих багатозвучних акордів (порівняно з класичною та романтичною гармонією) відбувається достатньо обмежений відбір звукових елементів та акордів, їх конкретно-тематична реалізація. Це зумовило формування “прометеївського комплексу” не тільки на рівні окремих акордових структур, але й на рівні цілісної звукорядної побудови твору.

У результаті зроблено висновок щодо якості звукової системи: це складноорганізована упорядкована система з нерівноймовірнісним розподілом значень звукових подій, що виявляється у комбінаторній різноманітності, пермутаційних змінах акордових структур та інтонаційному доборі, формуванні інваріантного центру у вигляді “прометеївського комплексу”. Отже, в умовах “інформаційної” складності гармонічної мови пізнього періоду творчості О. Скрябіна комп’ютерні технології дозволили проникнути в механізми музичного мислення композитора, його логічні принципи, визначити прояви спонтанних та композиційно-усвідомлених процесів.

Аналогічні процеси простежені і у творчості М. Вериківського (Прелюдія №11), її розвиток позначений певною динамікою від звукоряду як вихідного “коду” з подальшою інтеграцією у вигляді звукорядного комплексу, який перетворюється в багатозвучні акорди, що утворюють симультанний комплекс.

Синтетична інтеграція ладогармонічних звуковиразних засобів, що випливає з творчості К. Дебюссі та О. Скрябіна, відзначена в окремих фортепіанних творах К. Шимановського. Проведений аналіз виявив певні закономірності, властиві різним періодам творчості композитора. Наприклад, у циклі “Маски” ор. 34 відзначені конфігуративні зміни в багатозвучних акордових структурах з включенням підгальського звукоряду та чіткою диференціацією фактурних пластів. У Мазурці № 9 (з циклу “Двадцять мазурок” ор. 50) визначальним в організації музичного матеріалу виявляється фактурне розшарування, в якому органічно інтегровано модель “прометеївської структури” та ладову варіантність. У середній частині твору пріоритетного значення набувають фольклорні, ладові форми та поліструктурні утворення.

Результати авторського дослідження фортепіанних творів О. Скрябіна, К. Шимановського, М. Вериківського, вивчення культурологічних, літературознавчих праць дають підстави стверджувати про наявність загальних логіко-структурних механізмів мислення, “дешифрування” яких здійснено логіко-математичними методами дії комп’ютерної системи.

У підрозділі 1.2 – **“Бінарні опозиції у культурологічних та музикознавчих дослідженнях”** – на основі принципу бінарної відповідності простежено віртуальний взаємозв’язок механізмів мислення культурних та музичних феноменів з механізмами функціонування комп’ютерних систем. У цьому контексті зазначимо, що принцип дії комп’ютерної системи ґрунтується на застосуванні бінарного (двійкового) коду, тобто мови, алфавіт якої складається зі “знаків” – 0 та 1. Зазначений “двійковий” код у залежності від напрямків досліджень і поставлених завдань можна трактувати як “+” – “–”, “так” – “ні”, “істина” – “неправильність”. Для уявлення чисел, а також літер, операцій у комп’ютерах застосована позиційна система числення за основою “2”. Таким чином, у мові програмування використовується двійкова система – “біти”, виконання операцій над даними відбувається за принципами алгебри Буля, що базується на аксіоматиці, яка відображає аналогію між поняттями “множини”, “події”, “висловлення”.

Наявність принципу бінарних опозицій відзначена у первісному мистецтві, яке протягом тисячоліть зберігало свою тематику та символіку у константному вигляді. Усі символи інтегруються в групи, утворені кількома двійковими протилежностями. Базовою бінарною опозицією стало протиставлення чоловічого та жіночого начал, що визначено особливостями соціальної організації та господарської діяльності первісної людини. Крім того, існує гіпотетичне припущення відповідності двійкових опозицій первісного мистецтва та організації дуалістичних міфологій ранніх етапів розвитку мислення людини. Опозиція “лівого” та “правого” в мистецтві епохи палеоліту пов’язана з протиставленням кольорів. Ліва, жіноча група – забарвлена в червоний колір; права, чоловіча – у чорний.

Наявність дуальних властивостей відзначена також у стародавній писемній культурі, такій як шумерська (репрезентовано явища, що співвіднесені з двома рядами полярних протилежностей: літо – зима, мідь – срібло, худоба – зерно, пастух – землероб). Старокитайські міфологічні уявлення пов’язані з ідеєю рівноваги двох початків – “*інь*” та “*ян*”. Міфологічний персонаж Сонце уособлює активну позитивну чоловічу енергію – *ян*, Місяць втілює жіночу енергію – *інь*, пов’язану з пасивністю, статикою. Ранньокитайська міфологія представлена міфами про Фу-сі та Нюй-ва (чудесні істоти з людським обличчям, хвостом змія та наявністю в кожного з них протилежного символу).

Дослідники китайської культури диференціацію явищ на дві полярно протилежні групи – “*ян*” та “*інь*” пов’язують з процесом гадання, з необхідністю класифікації подій на сприятливі – несприятливі. Одержані при цьому результати мали бути як парними, так і непарними.

Крім того, бінарні опозиції зберігаються в системах, які передують раннім етапам розвитку науки. Так, наприклад, учення піфагорійців базується на протиставленнях *непарний – парний*, які співвіднесені за аналогією із стародавніми міфологіями, такими двійковими парами, як *чоловіче – жіноче*. Протиставлення в ученнях піфагорійців та ранніх грецьких філософів майже точно співпадає з такими ж аналогічними системами, зокрема з ученнями мислителів Сходу Азії, в яких здійснений перехід від міфології до натурфілософії та етики.

У Стародавньому Китаї бінарні опозиції *інь* та *ян* переосмислюють у морально-філософському аспекті, а саме, “інь” – співвідносять з покаранням, а “ян” – з моральними критеріями (В. Іванов).

Середньовічне сприйняття географічного простору за допомогою бінарних опозицій відзначено Ю. Лотманом у контексті оціночної функції земного життя на противагу небесному. Географічне поняття “земля” одночасно сприймається як центр земного життя. Відповідно до цього з’являється зв’язок “*земля – небо*”. За умови подальшого вибудовування ланцюгу наведена бінарна опозиція буде зміщуватися у русло релігійно-моральних цінностей і мати вигляд “землі праведні – грішні”; при поступовому сходженні за вертикальною шкалою виникає бінарний зв'язок “небо – пекло”, “*земне життя – загробне життя*” тощо.

Досліджуючи логіку міфологічного мислення К. Леві-Строс визначає її як своєрідний “калейдоскоп”, елементи якого практично незмінні, проявляють себе то як матеріал, то як інструмент. При цьому вони виконують функцію посередника між образними та змістовними сферами, а також репрезентовані у вигляді знака-оператора, який може бути транспортованим у будь-який міфологічний сюжет.

Показовим у цьому плані є дослідження К. Леві-Строса “Міфологіки” (Том І. “Сире і приготоване”). Викладення та побудова міфологічного матеріалу відповідає формам-композиціям (ч. 1 Тема з варіаціями: “Пісня Бороро”, “Арія Руйнівника Гнізд”, “Речитатив”, “Кода”, “Варіації Же” (шість варіацій з речитативом); ч. 2 “Соната гарних манер”, “Коротка симфонія”; ч. 3 “Фуга п’яти почуттів”, “Кантата двоутробки”, “Арія у формі рондо”; ч. 4 “Добре темперована астрономія”, “Триголосна інвенція”, “Токата і фуга”, “Хроматична п’єса”; ч. 5 “Сільська симфонія у трьох частинах”, “Дивертисмент на народну тему”, “Пташиний концерт”).

“Взаємодію” музики і міфу здійснює Р. Вагнер, який аналізував міфологічні сюжети музичними засобами та був засновником структурного методу аналізу міфів. К. Леві-Строс проводить паралелі між міфом та музикою на рівні структурного вивчення міфологічного матеріалу, а саме, побудови логічного апарату для опису міфу, на основі принципів поліфонічної музики (хоча і з певною метафоричністю у наведених паралелях – Є. Мелетинський).

Міфологічній думці іманентні різноманітні бінарні опозиції (за

К. Леві-Стросом – Є. Мелетинським). Наведемо деякі з них: *гучний – тихий, м’який – твердий, сухе – вологе, солодке – гірке, порожній – повний, круглий – подовжений, відкритий – закритий, горизонтальний – вертикальний, земний – небесний, фізичний – містичний, природний – неприродний, неперервний – дискретний, абсолютний – відносний* та ін.

Фундаментом наведених опозицій є сенсорні властивості, які опановуються п’ятьма органами чуття, їх подальший розвиток відбувається за використанням пар “*схожості та відмінності*”, “*сумісності та несумісності*” почуттєвих властивостей.

При дослідженні функцій діючих персонажів у казковій композиції В. Проппом відкрита бінарність функцій персонажів. Це: *недостача – ліквідація недостачі, заборона – порушення заборони, боротьба – перемога, задача – вирішення задачі*. У структурі чарівної казки існує певна константна сюжетна схема, в якій казкові сюжети утворюють ланцюг варіантів, відповідно до яких бінарні функції “*боротьба – перемога*”, “*задача – вирішення задачі*” одночасно не присутні в одному творі.

Теоретико-інформаційні підходи принципу бінарності використовує А. Колмогоров при дослідженні поетичних текстів точними кількісними методами. Диференціації підлягають дві величини, які складають ентропію мови: це інформаційна ємність мови, смислова інформація (тобто кількість думок у певній довжині тексту), та гнучкість мови – міра рівноцінних способів викладення конкретного змісту засобами даної мови. Автор, у процесі визначення ентропійних витрат на формальні обмеження віршованого рядка (враховуючи риму, метр, статику форм та їх варіантів, ритміко-синтаксичні незбіжності тощо) вводить одиницю інформації – “біт”.

Принцип бінарних опозицій залучений У. Еко в сюжетній канві в якості причинно-наслідкових зв’язків подій. Зв'язок двох висловлювань на основі бінарності репрезентований операціями імплікації – “*якщо …, то*” і диз’юнкції – “*або*”. Перетворення висловлювань здійснено у відповідності до законів комутативності, асоціативності, поглинання, дистрибутивності та суперечності, які мають вигляд тотожностей.

При дослідженні музичної мови операція “еквівалентність” простежена в явищі “доповнюваності” (хроматичної комплементарності звуковисотних структур), що спостерігається у творчості Б. Бартока.

У композиційному процесі принципи бінарних зв’язків (які базуються на основі операцій алгебри Буля) знаходять своєрідне відображення у теоретичному та практичному доробку Я. Ксенакіса. Композитор проектує музичну термінологію і музичні явища відповідно до властивостей алгебри Буля. Дія логічних операцій репрезентована на двох і більше елементах, які підпорядковані законам асоціативності та комутативності. Звуковий матеріал представлено у вигляді векторного простору, утворення інтервалів відбувається відповідно до бінарних зв’язків, які характеризуються певною висотою, транзитивністю і антисиметричністю.

Таким чином, принцип бінарних опозицій є відображенням логіки розумових процедур, логіко-конструктивного начала у механізмах мислення.

Підрозділ 1.3 – **“Принципи теорії множин та алгебри логіки в культурологічних та музикознавчих дослідженнях”** – містить аналітичні сентенції та узагальнює спільні підходи при розгляді культурних та музичних феноменів з принципами дії комп’ютерних систем у контексті теоретико-множинних та алгебро-логічних закономірностей. Доцільність використання теоретико-множинної та алгебро-логічної дослідницької бази в проекції аналізу культурних феноменів та музичних явищ випливає з тези

А. Пуанкаре: “Математиків цікавлять не предмети, а відношення між ними”.\* Саме принцип відношень є визначальним у теорії множин, що дозволяє в контексті гуманітарних досліджень аналізувати різні культурологічні явища і виявляти важливі логічні закономірності в механізмах мислення за допомогою теоретико-множинної корелюючої властивості.

Теорія множин пов’язана з іменами математиків Б. Больцано,

П. Дюбуа-Реймона, Р. Дедекінда, Г. Кантора та ін. Одним з основних її понять є поняття належності елемента (а) множині (А), що відображається операціями об’єднання, перетину, доповнюваності, різниці, еквівалентності.

У міфах тропічної Америки операція об’єднання (диз’юнкції) функціонує у вигляді “шуму (в образі Змія), який поглинає шукачів меду”. Ця логічна закономірність іманентна природі та асоціюється з голодом або постом (у вигляді диких плодів та меду); об’єднання та перетин (диз’юнкція та кон’юнкція) виявляються у вигляді операцій “*сонця і землі*”, що утворюють “зони” перетину; “*сонця і місяця*”, “*дня і ночі*”; фольклорні зразкикаліфорнійських індійців відзначені внутрішньою трансформацією, еквівалентністю – міф про походження “вогню” за допомогою медіатора

\* Пуанкаре А. О науке : пер. с фр. / А. Пуанкаре; под ред. Л. С. Понтрягина. – М. : Наука, 1990. – С. 26.

“духів” трансформується в міф про походження “дощу і бурі” (за К. Леві-Стросом – Є. Мелетинським, “Міфологіки”. Т. ІІ “Від меду до попелу”); функціонування маски репрезентує не зображення, а його трансформації, реально або віртуально залучені супутні маски. У багатоплановій репрезентації пластики масок теоретико-множинний принцип додатковості (компліментарності) виявився в інтеграції протилежних характеристик масок із взаємодоповненням та взаємозаміщенням елементів (К. Леві-Строс).

Принцип перетину множин виявляється при дослідженні проблеми текстового перекладу в різних його видах (при художньому перекладі залучаються різні коди з областями перетину); принцип еквівалентності є одним з основних принципів організації поетичного тексту та художньої структури, починаючи від початкових рівнів (тропи, ритміка) і закінчуючи вищими (композиційна організація тексту) (Ю. Лотман).

У музикознавстві теоретико-множинні принципи виявляються у вигляді операції перетину у гетерофонному типі фактури, фольклорних зразках, ранньо-професійній музиці; операції доповнюваності простежуються у поліфонії Ренесансу, в умовах семиступеневої діатонічної системи вони виявляються в обмеженості октавних та унісонних дублювань для звукового збагачення вертикалі; у творчості Б. Бартока у вигляді хроматичної комплементарності звуковисотних структур.

При створенні стохастичної музики відповідно до “марковських ланцюгів” закономірності теорії множин використовуються у вигляді “звукових хмар”, при цьому кожний стан звукового розвитку визначається попереднім. Звукові “хмари” і множини елементів, що їх утворюють, знаходяться в бієктивній відповідності до іншої множини – “звукової хмари”, які при перетині взаємодіють із загальними звукоелементами, при доповненні – сполучаються елементи однієї та іншої множини, при відніманні – зберігаються елементи, що не входять до складу іншої множини (Я. Ксенакіс).

Теоретико-множинні принципи виявляються продуктивними в композиційному процесі з використанням дванадцятитонової та серійної техніки. Музичний твір та закономірності його організації відповідають системі множин (Е. Денисов).

У теоретичному музикознавстві на підставі проведеного автором дисертації аналізу акордових структур фортепіанних творів пізнього періоду творчості О. Скрябіна виявлено, що зв'язок деякого числа заданих множин (акордових структур) здійснюється за допомогою операцій: доповнюваності певної множини новими елементами, використання одного або декількох елементів у відповідності принципу перетину; повного об’єднання елементів та їх еквівалентності (Етюд ор. 65 №1 – перші чотири акордові структури); доповнюваність звукових структур виявлена в послідовності п’ятизвучних цілотонових гармонічних утворень в 5–6 тактах Дев’ятої сонати О. Скрябіна.

Алгебро-логічні закономірності простежені в застосуванні операції диз’юнкції до аналітичного розгляду багатоваріантного акордового комплексу (на рівні акордових структур та їх послідовностей – задіяні морфологічний та синтаксичний рівні); операції кон’юнкції, відзначеної в транспозиційній дорівненості акордів (явище арочності, модуляційного переміщення акордових ланок, яке називається переміщенням акордових утворень); операції імплікації – у чітко детермінованих зв’язках акордових структур (Етюд ор. 65 №1 О. Скрябіна); принципи диз’юнкції та кон’юнкції у сет-теорії М.Беббіта, у “серії” П. Булеза.

Таким чином, розглянута аналогія принципу “двійковості” у дослідженні культурних феноменів і принципу дії комп’ютерних систем відображає глибинний механізм регуляції процесів, які формують розвиток культури, процеси природні (фізичні, біологічні, технічні, соціальні тощо), процеси художнього мислення та композиційних засад окремого мистецького твору. Започаткований в найстародавніших ученнях Китаю принцип “двійковості” відтворювався в часи ренесансу (Р. Луллій в передбаченні ідеї інтелектуальної обчислювальної машини) та бароко (Г. Лейбніц у пошуках універсальної мови), а також і в новітні часи (алгебра Буля, сучасні мови машинного програмування).

Розділ II – **“РОЛЬ АКУСТИЧНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ І КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДОСЛІДЖЕННІ МУЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ”** – містить огляд історії розвитку акустичних електронних систем і комп’ютерних технологій. Пріоритетним у розвитку електронної музики періоду середини 40-х – 50-х років минулого століття виявився синтез природних і електронних звучань, магнітофонні перетворення звучань інструментів та голосів, більш різноманітні можливості засобів музичної виразності та форми структурної організації. Цей період відзначений впливом пуантилістичних та серіальних технік авангардистської музики.

Тенденції початку 60-х до 80-х років ХХ століття пов’язані з пошуками нових виражальних можливостей інструментів, їх тембральних палітр, акустичних властивостей звуку, електронної трансформації широкого спектру звуків, які опрацьовуються та формуються безпосередньо в процесі виконання в режимі реального часу.

Поступове включення комп’ютерних технологій в процес композиції відкрило нові перспективи у створенні найрізноманітніших унікальних тембрів, у просторовому рішенні оркестрового звучання. Комп’ютерні технології в галузі цифрового синтезу звуку надали можливість композитору програмувати віртуальні інструменти. Для створення звуку з певним тембральним забарвленням використовують декілька видів звукового синтезу: адитивний, субтрактивний, мультиплікативний, репродуктивний та гранулярний.

Переваги цифрових технологій виявилися продуктивними в аналізі реальних звуків, звуків традиційних музичних інструментів із здійсненням їх обробки, трансформації, необхідної модифікації із подальшим відтворенням.

При комп’ютерному компонуванні твору відзначилися розробки та пошуки у сфері алгоритмічної композиції, важливу роль у формуванні якої відіграла серіальна техніка. Композитор створює тематичний матеріал і задає комп’ютеру типові алгоритми розвитку – варіювання, імітації, транспозиції, мотивний розвиток із необхідною корекцією та редагуванням. При цьому опрацьовуються не музичні фрагменти партитури, а алгоритми, які постійно поповнюються та утворюють індивідуальну мову.

Першим досвідом створення музики з використанням комп’ютерних програм була (стала) “ІЛЛІАК сюїта” Л. Хіллера та Л. Ісааксона із запрограмованими індивідуальними стилями Й. С. Баха, Б. Бартока та ін. До алгоритмічної моделі композиції належить метод Йозефа Маттіаса Хауера.

Зважаючи на значну кількість умовностей алгоритмічного способу композиції Янісом Ксенакісом створено твір “Ахорипсис” для 21 інструменту, основою якого виявилися принципи стохастики з мінімальною кількістю логічних умов. Стохастичні методи в комп’ютерному компонуванні твору знайшли своє втілення в теоретичній праці композитора “Формалізовані напрямки музики”, творі “Пітопракта”. Розроблений Я. Ксенакісом синтаксис стохастичного та алгоритмічного підходів до опрацювання музики реалізувався в його комп’ютерній програмі “ST” (1971).

За аналогічною методикою створював та використовував комп’ютерні програми Рудольф Ружичка. Інтеграцією алгоритмічного та стохастичного принципів комп’ютерного опрацювання твору відзначені програми Project 1 (PR1) та її модифікації Project 2 (PR2) нідерландського композитора Готфрида Міхаеля Кьоніга.

Стохастична методика за індивідуальною системою алгоритмів, основою якої виявилися числові комбінації, застосована Л. Грабовським у творах “Гомеоморфії І-ІІІ” для фортепіано (1969) та “Гомеоморфія ІУ” для симфонічного оркестру (1970). Подальше удосконалення авторського методу композиції реалізовано у творах “Concerto misterioso”, “На пам’ять Елізі”, камерній кантаті “Temnere mortem” на тексти Г. Сковороди.

На алгоритмічній основі у 80-ті роки створена комп’ютерна програма “Common Lisp” американського композитора та програміста Генріха Таубе, яка інтегрує використання “випадкових” алгоритмів, основаних на стохастичному принципі та “запрограмованих” на передбачений результат, що виключає випадковість. Принцип запобігання одержання стохастичних результатів застосований в ідеології програми “Xcomposer” Д. Ліча і Д. Фіча та програми Маркуса Леппера “Пентапризма” (1996), створеної для російського композитора Олексія Розена.

Сучасні (впродовж ХХ століття) експерименти по створенню електронних музичних інструментів, що своєрідно продовжили попередні спроби “механічної” доби, проілюстрували історично безперервний процес пошуків нових тембрів та звукосполучень, увага до яких у музикознавчих дослідженнях стає на сучасному етапі пріоритетною.

Залучення комп’ютерних технологій в електроакустичному синтезуванні звуків значно розширило дослідницький діапазон музикознавчих розвідок у галузі тембрової, ладо-гармонічної, фактурно-тематичної драматургії музичних творів, унаочнило логіко-конструктивні засади музичного мислення.

Застосування електроакустичних та комп’ютерних технологій в композиторській практиці – ще один напрямок у дослідженні ролі нових технологій в розвитку сучасної музичної культури.

Розділ III – **“СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ МУЗИЧНИХ КОМП’ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ”** – складається з п’яти підрозділів, зміст яких послідовно розкриває та аналізує етапи та засоби роботи над музичною комп’ютерною композицією.

Підрозділ 3.1 – **“Ретроспективний огляд історії розвитку музичних комп’ютерних програм”** є інформативним з послідовним розглядом тенденцій розвитку програмних комп’ютерних технологій від початкового етапу, пов’язаного з ігровими розробками, які передбачали одночасне використання одноголосної мелодії, і які з часом змінилися подібністю музичних редакторів (програма БК-0010) без якісної тембральної складової. Поява професійних та напівпрофесійних звукових карт, цифрових інтерфейсів надала можливість записувати і відтворювати звукові фрагменти, працювати з MIDI-послідовностями, комп’ютер перетворився в індивідуальний музичний центр, точніше – звукову студію з різноманітними можливостями “конструювання” музичних творів, здійсненням цифрової обробки звуку, аранжуванням, управлінням партитурою у режимі реального часу. В якості віртуальної студії сучасні системи звукозапису використовуються на завершальному етапі створення музичного “продукту” (тут включаються винятково технічні засоби самого комп’ютера). Відзначене зростання числа програмних засобів, запропонованих для “включення” в музичну практику, потребувало їх класифікації, яка здійснювалася за чотирма групами, аналіз яких репрезентовано в наступних підрозділах:

* програми–редактори, що містять секвенсери та засоби для роботи з аудіо-, MIDI-, управління синтезаторами;
* програми–аудіоредактори (для роботи з аудіоінформацією, відмінність, яких полягає в алгоритмах обробки звуку, а саме запису “живого” звуку та здійсненні всіляких його перетворень;
* plug-ins модулі – вставні модулі до основної програми, які розширюють її функції, інструментальний склад тощо;
* програмні емулятори (функціональні імітатори спеціальних музичних пристроїв).

У підрозділі 3.2 – **“Програми-секвенсери”** – наведено основні етапи створення музичної композиції: *генерація музичної партитури* (створення гармонії та мелодії, створення ритму (програмування групи ударних інструментів), вибір звучання синтезаторів, запис аудіо-треків з партіями акустичних інструментів, попереднє мікшування (балансування треків)); *мікшування* (переклад MIDI в Audio, обробка аудіо-треків ефектами, головне мікшування – зведення багатоканальної фонограми у стереопару (мастер-трек), премастеринг – обробка мастер-трека в межах роботи над окремим номером); *мастеринг* (об’єднання окремих номерів в альбом, компонування, спектральне балансування, балансування гучності, фінальна обробка проекту, копіювання на транспортний носій).

Функціональний та структурний аналіз програм першої групи (Cakewalk Pro Audio, Cakewalk Express Gold, Cubase, Logic Audio Рlatinum, Digital Orchestrator Pro та Fruity Loops Pro) спричинив визначення ряду інтегративних факторів у процесі їх застосування. Для проведення багатодоріжкового запису музичних партій в системі MIDI є спеціальний пристрій - секвенсер, який здійснює: запис, редагування та відтворення MIDI інформації, вважається основним інструментом у композиційному процесі, може вмонтовуватися в інструмент, бути окремим пристроєм або комп’ютерною програмою. Процес запису інформації в секвенсер проводиться методом програвання партій або їх частин з MIDI-клавіатури, будь-якого інструменту, що містить MIDI-вихід.

Секвенсери опрацьовують композицію, як правило, декількома редакторами, у кожному з яких записаний матеріал, репрезентований в різних видах для вибору найбільш зручного при редагуванні тих чи інших MIDI-подій. Вибір редактора залежить як від типу подій, передбачених для редагування, так і від персональних переваг.

Підрозділ 3.3 – **“Програми для запису та цифрової обробки звуку”** –репрезентує аналіз програм другої групи – Sound Forge 4.5, WaveLab, Cool Edit Pro, Samplitude, призначених для роботи з аудіоінформацією (звуком). Їх функціональні можливості спрямовані на запис звуку в режимі реального часу та його перетворення, змінювання тембральних характеристик, відпрацювання якості звучання, додавання різних оригінальних ефектів. Базовими інтелектуальними алгоритмами в кожній програмі були виявлені наступні: обробка, компонування (монтаж), звукові ефекти цифрованого звуку, реставрація фонограм тощо, наявність засобів для ліквідації недоліків запису, що спричиняються різними факторами (програма Sound Forge); одночасне опрацювання кількох звукових фрагментів (файлів), об’єднання їх у групу та зберігання як проект, інтеграція значного масиву звукових фрагментів (файлів) у базу даних (database) (звуковий редактор WaveLab); різноманітні можливості редагування та цифрової обробки звуку, багатоканальне зведення звукового матеріалу (програма-аудіостудія Cool Edit Pro); опрацювання як аудіо-, так і MIDI-файлів (навіть у послідовному режимі на одній доріжці), недеструктивне редагування звукового матеріалу, орієнтація на роботу з віртуальними аудіопроектами (Virtual Project – VIP) (програма Samplitude Studio 2496).

У підрозділі 3.4 – **“Додаткові plug-ins модулі обробки звуку”** – розглядаються основні алгоритми програмних модулів Cakewalk Audio FX та VST, спрямування яких пов’язано з реалізацією різноманітних способів обробки звуку та призначено для розширення функцій або інструментів основної програми. Вони диференціюються за двома напрямками використання: це модулі підключення до MIDI-програм (секвенсерів, автоаранжувальників, арпеджіаторів тощо) та модулі підключення до програм редагування звуку та звукових студій (аудіо) для цифрової обробки звуку.

У підрозділі 3.5 – **“Програмні емулятори синтезаторів та звукових модулів”** – наведено аналіз останньої групи програм: GigaSampler, ReBirth RB338, Audio Architect, Reaktor – Classic 2 – VCO.ens, віртуальний семплер SAW Pro – програмних емуляторів синтезаторів звуку, яківідтворюють роботу реального фізичного пристрою. Найбільш відомою та функціональною в даній групі виявилася програма GigaSampler, що обумовлено її можливістю “читати” компакт-диски від професійних синтезаторів AKAI, а також програмна версія синтезатора/секвенсера компанії RolandReBirth RB338. Практичними у використанні для процесу компонування та запису композицій були визначені віртуальні синтезатори Audio Architect, Reaktor – Classic 2 – VCO.ens. Віртуальний семплер SAW Pro опрацьовує аудіоінформацію у режимі реального часу, здійснює поєднання, прослуховування та мікшування музичного матеріалу.

Включення за наведеною диференціацією програм (Auto Tune, Reason v1.0, Acid, Nuendo v1.5, GigaStudio) проілюстровано на прикладі студії звукозапису “Alliance Records Studio” піаніста-імпровізатора Т. Полянського. Ці програми завдяки своїй багатофункціональності, наявності додаткових утиліт та алгоритмів обробки звукової інформації надають необхідний “інструментарій” для створення якісного звучання композиції і значно розширюють наші уявлення про акустичні властивості і можливості звуку і психофізіології його сприйняття.

Розділ IV **– “СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ МУЗИЧНИХ КОМП’ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ”** – включає два підрозділи, які присвячені аналізу програм із запропонованою та введеною нами класифікацією на основі використання принципу експертних систем з відповідним поділом на експертні та неекспертні.

У підрозділі 4.1 – **“Програми експертного типу” –** наведено визначення поняття “*експертні системи*” та принципи їх функціонування у контексті програмного матеріалу, що аналізується. Технологія експертних систем є одним з напрямків дослідницької бази *штучного інтелекту*, яка концентрується на розробці та впровадженні комп’ютерних програм, здатних відтворювати, імітувати ті сфери діяльності людини, які потребують мислення, певної майстерності та набутого досвіду.

Музичні навчальні комп’ютерні програми експертного типу Singing Tutor v.4.0, Key Note Music Drills та програма *колективу вітчизняних програмістів фірми Vimas Technologies “Carry-А-Tune”* проаналізовано в проекції прояву евристичної складової. Це передбачає здатність до навчання на своїх помилках з перевагами “штучної” експертизи (на відміну від людської), яка полягає у сталості, відсутності протиріч, внесенні уточнень, документуванні та передаванні знань (інформації); включення різноманітних фактів з предметної галузі, взаємозв’язки між ними, правила дій.

Перспективність музичних експертних систем виявляється як у теоретичному музикознавстві – в дослідженні музичної мови композитора, в процесі створення композиції (із сформованої бази знань (даних) програмуються мелодія, акордові послідовності та отримуються необхідні варіанти гармонізації, поліфонізації музичної тканини для подальшого інкрустування в структуру твору), у реставрації відсутніх фрагментів твору, так і в курсах теоретичних дисциплін – гармонія, поліфонія, аналіз музичних форм, імпровізація (О. Летичевський).

Питома вага інтелектуальної складової збільшується в керуючих алгоритмах навчальних музичних комп’ютерних програмах експертного типу, база знань яких зберігає безліч фактів та набір правил, які отримані від експертів та із спеціальної літератури. На відміну від бази даних, де одиниці інформації не взаємопов’язані, у базі знань вони утворюють певні логічні ланцюги як між собою, так і з поняттями зовнішнього середовища. Спрямованість експертних систем полягає в здійсненні допомоги для прийняття самостійного рішення з конкретного питанні. Допущення помилок не виключаються в роботі комп’ютера-експерта, але при цьому системи здатні самонавчатися, ”удосконалюватися”, використовуючи отриманий досвід.

Підрозділ 4.2 – **“Програми неексперного типу”** – містить аналіз групи навчальних музичних програм Guitar Teacher, Chord Wizard та Super Guitar Chord Finder (version 5.0), які класифікувалися як програми неекспертного типу. Процес аналізу виявив ряд важливих функцій. Зокрема, це інформація теоретичного та практичного призначення для початкового періоду навчання на гітарі з диференціацією завдань, функцією прослуховування твору та озвучення виконаних завдань, а також інформаційними матеріалами та завданнями з історико-теоретичних дисциплін.

Аналіз алгоритмів програми Cakewalk In Concert, крім загальних функцій, сфокусованих на роботі зі звуком у режимі реального часу на концертному виступі, визначив також ряд інших, призначених для навчального процесу створення динамічного плану фрагментів або цілого твору, опрацювання індивідуальних особливостей партій солістів, акомпанементу, виконавських деталей, темпових характеристик тощо.

Отже, у музичних навчальних комп’ютерних програмах, переважно експертного типу, відбувається інтеграція комп’ютерної системи із досвідом людини, що дозволило надати їм визначення “інтелектуальних навчальних систем”, які в змозі заповнити недостатність власних знань, інтуїції та навичок, при наявності програм інформативного (неексперного) типу.

Проведений аналіз музичних навчальних комп’ютерних програм свідчить про достатньо широкий діапазон знань. При цьому переваги комп’ютерного навчання виявилися в репрезентації матеріалу на якісно новому рівні його розуміння та сприйняття; використання мультимедійних засобів вплинуло на розширення методів вивчення музики.

Розділ V **– “МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АНАЛІЗІ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ”** – включає два підрозділи, які панорамно репрезентують сфери застосування методів штучного інтелекту у контексті дослідження музичної творчості. Висвітлюються питання, пов’язані з виникненням ідей штучного інтелекту та аналізом сучасних тенденцій розвитку напрямку, оглядом проблематики дослідницької бази штучного інтелекту, зокрема, з пошуком форм відображення знань у формалізованому вигляді з фокусуванням на фреймовій моделі.

Підрозділ 5.1 – **“Історіографічний огляд тенденцій розвитку штучного інтелекту”** – присвячений викладу історичних передумов та сучасних напрямків досліджень штучного інтелекту, які віднаходяться ще за часів розвитку стародавніх цивілізацій в ідеї моделювання функцій мозку людини – у стародавньому Єгипті була створена “оживаюча” механічна статуя бога Амона, в “Іліаді” Гомера бог Гефест виковував людиноподібних істот-автоматів, літературні джерела також містять зразки аналогічного моделювання (Галатея Пігмаліона, казковий персонаж Буратіно).

Науковий підхід у розвитку ідей штучного інтелекту спостерігається в одержанні інтелектуальної та нової інформації, передбаченої Раймундом Луллієм у ХІІІ ст.; в аналізі процесів ізоморфності в машинах і живих організмах (праця “Міркування про метод” Р. Декарта, ХУІІст.); у технічній реалізації проявів інтелекту імовірнісними методами (Б. Паскаль); у теоретико-ймовірнісних та логіко-математичних принципах (І. Ньютон та Г. Лейбніц, ХУІІ-ХУІІІст.); у застосуванні алгебраїчних методів до логічних перетворювань (Дж. Буль, ХІХ ст.); у наукових засадах математичної статистики (ХХ ст.).

Таким чином, вченими, незалежно одним від одного, були запропоновані універсальні мови класифікації всіх наук, які “кореспондуються” з принципом “двійковості”, започаткованим в найдавніших ученнях Китаю. Їх праці можна вважати першими теоретичними “розробками” в галузі штучного інтелекту.

Сучасні дослідження з проблем штучного інтелекту сфокусовані на даних, репрезентованих специфічно організованою інформаційною мережею, яка оперує не даними, а знаннями, не числами, а символами, і до якої відносять теорію фреймів.

У підрозділі 5.2 – **“Фреймові структури в аналізі музичних творів”** – наведено аналіз функціонування даних логічних структур, запропонованих М. Мінським у дослідженні “Музика, Розум та Значення”. Воно присвячено виявленню логічних взаємозв’язків розумових процедур у поєднанні зі структурою музичного твору, як зазначається автором. Музика не тільки стосується емоційної сфери, вона має безпосереднє відношення до розумових процедур. “Інструментом” пізнання цих процедур виявляється штучний інтелект, який розробляє структури для репрезентації знань. Культура є універсальним міфом, в якому емоція наділена більш глибоким корінням, виявляється більш “пізнаною” у порівнянні з її причиною.

Кожній музичній епосі притаманні універсальні розумові процедури для аналізу психологічних механізмів виникнення, функціонування та сприйняття творів музичної культури. Для проведення такого аналізу виявляються задіяними інші принципи. Так, наприклад, протягом століть принципи знаходження коренів рівнянь у межах множини дійсних чисел були неповними, незавершеними. Математиком К. Ф. Гаусом за допомогою введення комплексних чисел ця проблема була вирішена. Аналогічно математичним законам зміст музики може розкриватися у сприйнятті слухача за допомогою психологічних структур.

Наведений М. Мінським аналіз розумових процедур відповідає процесу навчання, в якому сонатна форма ототожнюється з функцією викладача, процесом навчання. Дослідження містить наступні розділи: соната як засіб викладання; що використовує музика; синтаксис теорії музики; простір та мелодія; компонування та керівництво; ритм та надмірність; представлення значення; тема та предмет; примітки (підтвердження).

Автор розглядає музичний твір, в процесі багаторазового програвання

та прослуховування якого у сприйнятті слухача відбувається його запам’ятовування та впізнавання. Це є свідченням існування певних логічних структур, які за необхідності можна задіяти та “активізувати” як для аналізу музичних творів, так і для навчального процесу. У результаті, дані логічні структури не будуть являтися безпосередньо музичним твором, а скоріше способом його існування (розділ “Соната як засіб викладання”). Логічні структури утворюються з “атомів”, зв’язків близького та далекого порядків, які можуть протиставлятися, поглинатися або об’єднуватися. У цьому процесі важливі зв’язки в структурі форми, в мережах знань про кожну тему.

Процес запам’ятовування, базуючись на одному прослуховуванні, не може відтворити будь-яку тему твору з точки зору її точного повторення. Твір – це в якомусь сенсі музичні блоки з системою внутрішніх зв’язків, це певна система кодів, яка суттєво впливає на інші агенти для різних способів вираження. На прикладі перших чотирьох звуків головної теми першої частини П’ятої симфонії Л. Бетховена М. Мінським вводяться фрейми – метричний та гармонічний.

Принципи ототожнення слуху та віртуального бачення, яке дозволяє побудувати музичне “зображення”, репрезентовані двома видами “зображення“ музики з диференціацією на метричні та ритмічні фрейми (розділ “Ритм та надмірність”). Метричні фрейми в музиці – це швидкоплинні шаблони, які використовуються для миттєвої відповідності. Їх ритмічний компонент представлений у вигляді “імпульсів синхронізації” та використовується для здійснення відповідності між попередніми та новими фразами. По завершенню процесу слухової фіксації відмінностей та змін ритмічні фрейми в пам’яті не зберігаються, їх функція вважається виконаною і на наступному рівні структурного розвитку (маються на увазі метричні фрейми) не використовується.

Для репрезентації музичних ідей, за М. Мінським, доречно використовувати декілька прототипів, пов’язаних між собою реляційними зв’язками подібностей та відмінностей. Крім того, абстрактна залежність результативніше виявляється у фреймових системах та семантичних мережах.

За методикою М. Мінського І. Пясковським розроблялася алгоритмічна база структурних послідовностей в експозиціях фуг ДТК Й. С. Баха, що стала основою фреймової моделі.

Ще один напрямок використання фреймових вербалізованих структур запропонований І. Пясковським в аналітичних описах музичних творів В. Сильвестрова, які характеризуються поняттями “сюжет”, “сюжетні мотиви”, “сюжетні функції”. Фреймові структури в музиці В. Сильвестрова пов’язані з багатозначністю звукових символів, спонтанністю звукових процесів, “загадковістю”, “таємничістю”, “містеріальністю” звукових подій.

Таким чином, узагальнюючи, зазначимо, що системи фреймів є ієрархічно організованими структурами, в яких реалізується принцип успадкування інформації для опису деякого об’єкту (події, ситуації) із сукупністю його (її) властивостей в певній предметній галузі. Накопичені блоки знань активізуються для отримання певної інформації та її використання у процесі дослідження. Функціонування фреймових систем значною мірою пов’язано з рядом припущень, які стосуються механізмів психологічної діяльності людини.

РОЗДІЛ VI **– “ЕВРИСТИЧНІ ПРОЦЕСИ В МУЗИЧНИХ КОМП’ЮТЕРНИХ ПРОГРАМАХ”** – складається з двох підрозділів, зміст яких репрезентує огляд даного напрямку в історичному контексті та аналіз комп’ютерних програм евристичної спрямованості, пов’язаних з моделюванням окремих сторін процесу творчого мислення для рішення творчих задач.

Підрозділ 6.1 – **“Методи евристичного аналізу в дослідженні творчих процесів” –** містить історичний екскурс тенденцій розвитку евристичного напрямку у програмуванні. Перші спроби формалізації творчої діяльності відзначені ще у стародавні часи – за трактатами грецького математика Паппа Олександрійського (ІІІ ст. н.е.). Розробками формалізованих методів рішення математичних задач та принципів аналізу та синтезу займалися Евклід у праці “Начала”, Аполлоній з Перги та Арістей Старший, ряд евристичних прийомів з достатнім ступенем ймовірності належали Платону. Спроби створення системи евристичних методів робив Р. Декарт у незавершеній роботі “Правила для спрямування розуму” та Г. Лейбніц у пошуках універсальної мови. До питань формалізації творчої діяльності зверталися Б. Больцано, Г. Гельмгольц, А. Пуанкаре та ін. Проте складність проблематики, що виявилася у взаємозв’язках між точними та гуманітарними науками, відсутність достатніх експериментальних можливостей не дозволила наведеній плеяді вчених представити логічну систему функціонування евристичних методів. Активне впровадження комп’ютерів у наукові та творчі види діяльності здійснило суттєвий прорив у цьому напрямку (видатні представники цього напрямку – В. Глушков (напрямок дедуктивного виведення), М. Амосов (модель особистості). З появою ЕОМ вивчення творчості як процесу одержало новий імпульс. Завдяки їм стало можливим представляти складні завдання у вигляді програм для обчислювальних машин та моделювати творчий процес.

Початковий етап розвитку евристичного програмування відзначений програмами “Логік-теоретик” А. Ньюелла, Дж. Шоу, Г. Саймона (доведення теорем числення висловлювань А. Уайтхеда та Б. Рассела), і “Загальний вирішувач задач” (General Problem Solver–GPS – дослідження складних інформаційних процесів, пов’язаних з розумовою, адаптивною та творчою діяльністю).

Відтворення психологічних механізмів творчого процесу проілюстровано в евристичній програмі “Аргус” У. Рейтмана. На основі методу протоколювання процесу написання фуги відбувається інтеграція у визначенні певної послідовності дій композитора з вмотивуванням змін при виборі можливих композиційних рішень.

Комп’ютерна реалізація ідей В. Проппа, які стосуються побудови чарівної казки, запропонована М. Гаазе-Рапопортом, Д. Поспєловим та О. Семеновою. Розробками евристичних комп’ютерних програм у галузі музикознавства, зокрема, синтаксичного рівня функціонування музичного твору займався М. Каслер.

Найбільш продуктивним напрямком комп’ютерного моделювання творчих процесів виявилися розробки для аналізу та синтезу музичних творів. У напрямку створення програм евристичного спрямування проводилися дослідження Р. Заріпова, зокрема, програмні розробки з моделювання функцій композитора та музикознавця, принципів та закономірностей гармонізації, а саме способів побудови акордів у відповідності заданій мелодії, відтворення функцій екзаменатора, а також моделювання творчих процесів з використанням глобальної процедури – процедури варіювання або трансформації.

Експерименти з моделювання стрето-імітаційної поліфонії строгого стилю проводив О. Степанов. Послідовності мелодичних інтервалів та метроритмічне узгодження фактурних голосів у певних інтервально-гармонічних співвідношеннях “формуються” за правилами строгого контрапункту ймовірнісно-статистичним методом.

Фокусування на моделюванні виконавських нюансів, аналізі стилю виконання, індивідуальній обробці кожної ноти, визначенні необхідних виконавських прийомів, створенні певних стильових характеристик або модифікацій стилю відзначено в евристичній комп’ютерній програмі Style Enhancer v 1.2.

Для евристичного програмування характерним є розчленування процесу перероблення інформації на елементарні інформаційні процеси. При цьому відмінність віднаходження евристичних рішень полягає у пошуку взаємопов’язаних компонентів, включення стохастичного елементу та використання методів кількісного скорочення комбінаторних варіантів.

Підрозділ 6.2 – **“Марковські процеси” в комп’ютерному синтезі та аналізі музичних текстів”** – репрезентує аналіз дослідження проблеми використання “марковських ланцюгів” у комп’ютерному синтезі та аналізі музичних текстів, у процесі якого були охарактеризовані, визначені та диференційовані ряд напрямків. *Перший напрямок* пов’язаний із синтезуванням пісенних мелодій (методика американських математиків Ф. Брукса, А. Гопкінса, П. Неймана та У. Райта); машинними експериментами Г. Олсона та Г. Белара на основі 11 пісень Стефана Фостера); моделюванням одноголосних пісенних мелодій за власними програмами (методика математиків Казанського університету Р. Бухарєва та М. Ритвинської).

*Другий напрямок* пов’язаний із застосуванням властивостей “марковських ланцюгів” при створенні музичної композиції. Це машинні експерименти – моделювання нотних та акордових послідовностей за математичними правилами – “марковськими стохастичними процесами” – Л. Хіллер та Л. Ісааксон (четверта частина сюїти, запрограмована на машині ІЛЛІАК); організація звукового процесу у музичній композиції визначається закономірностями “марковських ланцюгів”, які аналогічно руху частинок у газі згруповуються у “звукові хмари”, детермінізм зв’язків між “хмарами” визначається принципами “марковських процесів” (Я. Ксенакіс, “Пітопракта”); імітація композиторських пошуків на рівні мікропроцесу при конструюванні мелодії для заданого ритму (Р. Заріпов).

*Третій напрямок* пов’язаний з використанням принципів “марковських ланцюгів” в аналізі музичних творів. У контексті даного дисертаційного дослідження закономірності “марковських ланцюгових залежностей” та “розгалужених процесів” застосовувалися в процесі аналізу пізньої гармонії О. Скрябіна, що дозволило виявити тісну взаємодію гармонії та фактури. Аналіз проводився за допомогою авторської евристичної комп’ютерної програми “MyAccord.exe.”, написаної мовою програмування “C++” та представляє елітарний напрямок у теоретичному музикознавстві. У результаті аналізу визначено, що неперервна мінливість звукової тканини, яка простежується на мікрорівні гармонічних процесів, є за своїм характером “марковською”. Формується найтісніша взаємодія гармонії та фактури, при якій кожний мікропроцес руху гранично індивідуалізований конкретними фактурно-конфігураційними умовами. Така властивість фактурно-гармонічної системи О. Скрябіна була визначена як “дифузна”. Застосування сучасного комп’ютерного програмування у діяльності музикознавця, окрім спрощення трудомісткого аналізу, сприяє віднаходженню важливих механізмів у творчому мисленні композитора.

Розділ VII **– “СИСТЕМИ АЛГОРИТМІЧНОЇ МУЗИКИ”** – присвячений аналізу комп’ютерних програмних розробок для композиторів академічного напрямку, утворених синтезом математичних базових принципів та різноманітними прикладними дослідженнями. Кібернетичні підходи виявилися акумулюючим центром, який забезпечує складність і багатоаспектність проблем, що виникають на стиках наукових галузей, таких як електроніка і телемеханіка, фізика твердого тіла і математика, некласична логіка і теорія інформації, семантика і моделювання. Розділ складається з двох підрозділів, зміст яких обумовлений структурним і функціональним аналізом систем фрактальної та алгоритмічної комп’ютерної композиції.

У підрозділі 7.1 – **“Структура та функції програми FractMus”** – розглядається математичний принцип фрактальності, екстрапольований на процеси створення музичної композиції. Відзначений рисами різновекторності, даний принцип використовується у прогресивних наукових дослідженнях. Введений у науковий обіг Бенуа Мандельбротом як універсалія для відображення структури багатовимірного світу та як інструмент опису цілісної світобудови, у гуманітарних дисциплінах фрактальна множина використовується у вигляді самоподібної структури для встановлення внутрішнього кореляційного зв’язку між раціональним науковим пізнанням та емоційно-естетичним сприйняттям, а також як спосіб створення музичної композиції (за математичною формулою на основі фрактальних алгоритмів).

Принцип написання музики обчислюється за математичною формулою, зокрема, параметри висоти та тривалості звуків визначаються з використанням фрактальних алгоритмів у програмі FractMus, написану мовою програмування “C++” (автор Г. Діаз-Жерез). Це обумовило інтеграцію принципів теорії чисел, фракталів, клітинних автоматів, дванадцять алгоритмів генерації послідовності нот із константним параметричним контролем алгоритмів, що створює та надає різнопланові можливості для варіювання мелодичного матеріалу.

Композиція також трансформується у графічний формат шляхом імітації інтерференції між параметрами. У результаті утворюються мереживоподібні візерунки з фрактальною структурою.

Підрозділ 7.2 – **“Структура та функції програм PatchWork та Open Music”** – присвячений розгляду алгоритмічного методу створення композиції – САС\*, який розроблявся та набув специфічного значення в інституті досліджень координації музики та акустики (IRCAM)

На відміну від технології цифрової обробки звукових сигналів ця технологія сфокусована на формальній структурі музики. Це пов’язано з використанням символічних методів обчислення за допомогою структур, подібних до дерев, графів, наборів символів асоціативної пам’яті та алгоритмів, які використовуються в дискретній математиці. Застосований програмний апарат адаптований для репрезентації та управління комплексом складних структур у процесі моделювання музичних фрагментів.

\* Computer Assisted Composition (комп’ютерного сприяння композиції).

Прообразом алгоритмічного підходу став підхід, який виник у другій половині ХІХ століття, а також деяких коментарях леді Ади Лавлейс відносно диференціального маніпулятора Ч. Беббіджа та полягав у маніпулюванні символами, відношеннями між символами, аналогічно цифрам у комп’ютері, який мав бути створений в майбутньому. Проаналізувавши можливості машини Беббіджа, леді Лавлейс розробила перші алгоритми для аналогічної машини. Це було певним передбаченням появи програми для обчислювальної машини як моделі пізнавальних здібностей. Таким чином, передбачений “символьний” комп’ютер у подальшому призначенні спрямований на аналіз мистецьких дисциплін (зокрема музики).

Еволюція мов програмування, технологій програмного забезпечення (наприклад, об’єктноорієнтовані мови), графічних інтерфейсів користувача і розробки індивідуальних алгоритмів обчислень, справила вплив на активний

розвиток у 80-х роках минулого століття підходу CAC. Істотна робота в цьому напрямку здійснювалася у спеціалізованих центрах, таких, як, Ircam, Стенфорд.

З винаходом комп’ютера перші розробки в цьому напрямі визначалися комбінаторними та формальними принципами (Л. Хіллер, Я. Ксенакіс); з появою спеціальних об’єктноорієнтованих мов інтерес до комп’ютерної музики змістився в напрямку методів синтезу звука (З. Метьюз); першою спробою у наданні композитору управління музичними абстракціями стала програма Crime, написана мовою Le\_Lisp. У проекті PatchWork акумульовано величезну кількість знань та досвіду, дане програмне середовище забезпечує графічний інтерфейс до мови Lisp (твір А. Загайкевич “Повітряна механіка”); програма OpenMusic містить набір нових засобів, що функціонально забезпечують візуальний інтерфейс мови програмування Lisp.

Отже, сучасний стан розвитку новітніх електронних технологій, вінцем яких виявився комп’ютер, “переформатував” кібернетичне поняття “машини” як самочинної (без участі людини) системи автоматичної дії з теоретичної площини в практичне технічне втілення. У галузі музичного мистецтва це знайшло відображення в практичній реалізації засобами електронної техніки із самого початку її застосування пошуків новітніх засобів звукового синтезу (що історично продовжувало багатовіковий процес удосконалення і розвитку музичного інструментарію) і композиторської техніки (що значно розширило і розвинуло теоретичну базу досліджень в галузі штучного інтелекту).

**Висновки** обґрунтовують системний виклад функціонування евристичних процесів у музичних комп’ютерних програмах. Зазначена тема дисертаційного дослідження спонукає усвідомити якісно новий етап формування художньої (зокрема музичної) культури в умовах застосування новітніх комп’ютерних технологій. В історії суспільства подібними віхами були:

* винайдення писемності;
* книгодрукування;
* розвиток систем масових комунікацій;
* новітні комп’ютерні технології, які тісно пов’язані з останніми.

Кожна з цих віх відіграла визначальну роль у якісному реформуванні всієї культури. Достатньо згадати те значення, яке мав перехід до нотної фіксації в музичному мистецтві, що не тільки сприяло розвитку багатоголосних форм, але й закріпило феномен музичного твору як зафіксованого результату авторської індивідуальної композиторської свідомості.

Вищезазначені фактори призвели до кардинальних змін як у системі музичного мислення, так і в його жанровій соціально-детермінованій структурі. Виходячи за межі музичного мистецтва подібні реформи часів формування писемності, розвитку національних мов в їх структурному (граматичному) усвідомленні докорінно змінювали суспільні інституції, формували новітню історію. Так само на сучасному етапі застосування новітніх комп’ютерних технологій призвело до корінних змін всієї людської культури, що відбилося і в художній ( і, зокрема, музичній) культурі.

1. На підставі запропонованої концепції віртуального взаємозв’язку між принципами мислення культурних феноменів та принципами дії комп’ютерних систем *доведено*, що зовнішня аналогія принципу “двійковості” відображає глибинний механізм регуляції процесів, які формують розвиток культури, процеси природні (фізичні, біологічні, технічні, соціальні тощо), процеси художнього мислення та композиційних засад окремого мистецького твору. Принцип “двійковості”, започаткований в найдавніших ученнях Китаю, відтворювався в часи ренесансу (Р. Луллій в одержанні інтелектуальної та нової інформації) та бароко (Г. Лейбніц у пошуках універсальної мови), а також і в новітні часи (алгебра Буля, сучасні мови машинного програмування).
2. Якісно новий погляд у дослідженні художньої (зокрема 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 символьно-математичні підходи в її дослідженні. Координаційним центром тут виявились кібернетичні підходи, специфіка яких відображена у формуванні якісно нової єдності науково-теоретичних та технічних рішень.
3. Теоретична площина “дії” комп’ютера змінилась його практичним технічним втіленням. Цьому процесу передували:
   * розширення уявлень про різні системи темперації, відмінні від європейської; акустичні дослідження професійного і народного інструментарію (імітування електронними засобами тембрів та прийомів гри на цих інструментах); нове тлумачення сонорних явищ як у старовинній, так і сучасній музиці; акцентування в історичних музикознавчих дослідженнях способів акустичного експериментування в доелектронний та докомп’ютерний періоди (твори для механічних інструментів, експериментування у формуванні незвичайних акордових сполучень і своєрідних тембрів тощо) суттєво вплинуло на діапазон досліджень музичної культури;
   * сучасні (впродовж ХХ століття) експерименти по створенню електронних музичних інструментів, що своєрідно продовжили попередні спроби “механічної” доби, проілюстрували історично безперервний процес пошуків нових тембрів та звукосполучень, увага до яких у музикознавчих дослідженнях стає на сучасному етапі пріоритетною. Залучення комп’ютерних технологій в електроакустичному синтезуванні звуків значно розширило дослідницький діапазон музикознавчих досліджень у галузі тембрової, ладо-гармонічної, фактурно-тематичної драматургії музичних творів, унаочнило логіко-конструктивні засади музичного мислення. “Включення” електроакустичних та комп’ютерних технологій в композиторську практику – *ще один напрямок у дослідженні ролі нових технологій в розвитку сучасної музичної культури.*

У проведеному дисертаційному дослідженні це знайшло відображення:

* у *динаміці історичного розвитку* музичних комп’ютерних технологій – практичній реалізації засобами електронної техніки пошуків новітніх засобів звукового синтезу (що історично продовжувало багатовіковий процес удосконалення і розвитку музичного інструментарію) і композиторської техніки (що значно розширило і розвинуло теоретичну базу досліджень в галузі “штучного інтелекту”) ;
* в *аналізі зразків основних напрямків* музичних комп’ютерних програм (їх структурних і функціональних особливостей);
* у *класифікації навчальних музичних комп’ютерних програм* на основі принципу експертних систем з відповідним поділом на *експертні та неекспертні*;
* у *панорамному висвітленні* сфер застосування методів штучного інтелекту у контексті дослідження музичної творчості;
* в *особливостях застосування* фреймових структур в аналітичному дослідженні музичних творів;
* у *специфіці використання “марковських процесів”* у комп’ютерному синтезі та аналізі музичних текстів (з використанням авторської евристичної комп’ютерної програми “MyAccord.exe.”).

1. Новітні комп’ютерні технології змінили не тільки дослідницьку базу музикознавства, але й суттєво вплинули на психологічні механізми і передумови формування соціальних функцій музичного мистецтва, *якісно змінили його жанрову структуру* в умовах розвитку систем масової комунікації та застосування новітніх комп’ютерних технологій, що також стає спеціальним предметом у дослідженні музичної культури. *Саме ці теоретичні установки стали базовими в даному дисертаційному дослідженні.*

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Фадєєва К. В. Музичні комп’ютерні технології ХХ століття : монографія / Катерина Фадєєва. – К. : Парламент. вид-во, 2006. – 399 с.
2. Фадєєва К. В. Деякі аспекти використання музичних комп’ютерних технологій / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2001. – Вип. 5. – С. 128–133.
3. Фадєєва К. В. Деякі аспекти розвитку евристичних музичних комп’ютерних технологій / Катерина Фадєєва // Наукові записки : Сер. : Мистецтвознавство / Тернопільський держ. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. – Т., 2001. – № 2 (7). – С. 52–57.
4. Фадєєва К. В. До питання про використання комп’ютерних програм у сучасній академічній музиці / Фадєєва К. В. // Питання культурології : міжвідомчий зб. наук. статей / КНУКіМ. – К., 2001. – Вип. 17. – С. 161– 168.
5. Фадєєва К. В. До проблеми використання комп’ютерних технологій у сучасних музикознавчих дослідженнях / Фадєєва К. В.// Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2001. – Вип. 3. – С. 125–132.
6. Фадєєва К. В. До проблеми звукових можливостей музичних комп’ютерних програм / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2001. – Вип. 4. – С. 141–150.
7. Фадєєва К. В. “Інтелектуальні” алгоритми у навчальних музичних комп’ютерних програмах / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство. – К. : КНУКіМ, 2004. – Вип. 10. – С. 101–110.
8. Фадєєва К. В. Музична комп’ютерна композиція : специфіка використання фрактальних алгоритмів / Фадєєва К. В. // Мистецтвознавчі записки : зб. наук. праць / ДАКККіМ. – К., 2007. – Вип. 12. – С. 22–31.
9. Фадєєва К. В. Музичні комп’ютерні програми: напрями застосування / Фадєєва К. В. // Культура і мистецтво у сучасному світі : зб. наук. праць / КНУКіМ. – К., 2003. – Вип. 4. – С. 211–218.
10. Фадєєва К. В. Музичні комп’ютерні програми та методи звукового синтезу / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2004. – Вип. 11. – С. 127–132.
11. Фадєєва К. В. Про напрямки використання музичних комп’ютерних програм / Фадєєва К. В. // Культура і мистецтво у сучасному світі : зб. наук. праць / КНУКіМ. – К., 2004. – Вип. 5. – С. 268 – 273.
12. Фадєєва К. В. Структурна організація музичних навчальних комп’ютерних програм / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2002. – Вип. 7. – С. 106–113.
13. Фадєєва К. В. Структурний аналіз музичних комп’ютерних програм спеціального призначення / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2003. – Вип. 8. – С. 125–130.
14. Фадєєва К. В. Структурний аналіз фактури пізніх фортепіанних творів О.М.Скрябіна (з досвіду комп’ютерного програмування) / К. В. Фадєєва // Вісник ДАКККіМ : наук. журнал. – К., 2005. – № 3. – С. 61–66.
15. Фадєєва К. В. Структурний аналіз художніх текстів і комп’ютерні технології / Катерина Фадєєва // Наукові записки / Тернопільський держ. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. Сер. Мистецтвознавство. – Т., 2000. – № 1 (6). – С. 38–42.
16. Фадєєва К. В. Структурний метод в аналізі сучасних культурологічних досліджень / Фадєєва К. В. // Питання культурології : міжвідомчий зб. наук. статей / КНУКіМ. – К., 2002. – Вип. 18. – С. 136–141.
17. Фадєєва К. В. Сучасна культура та комп’ютерні технології / Фадєєва К. В. // Актуальні проблеми історії, теорії та практики художньої культури : зб. наук. праць. – К. : ДАКККіМ, 2002. – Вип. VIII. – С. 301–310.
18. Фадєєва К. В. Сучасні комп’ютерні технології та їх використання у музичній творчості / Катерина Фадєєва // Наукові записки / Тернопільський держ. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. Сер. Мистецтвознавство. – Т., 2000. – № 1(4). – С. 74–80.
19. Фадєєва К. В. Сучасні структуралістичні концепції у дослідженні феномену культури / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2002. – Вип. 6. – С. 97–102.
20. Фадєєва К. В. Фреймові структури в аналітичному дослідженні музичних творів / Фадєєва К. В. // Культура і мистецтво у сучасному світі : наукові записки / КНУКіМ. – К., 2008. – Вип. 9. – С. 177– 185.
21. Фадєєва К. В. Функціональні можливості музичних навчальних комп’ютерних програм / Фадєєва К. В. // Вісник КНУКіМ. Сер. Мистецтвознавство : зб. наук. праць. – К. : КНУКіМ, 2003. – Вип. 9. – С. 169–175.

За темою дисертації також опубліковано:

1. Фадєєва К. В. Використання комп’ютерних технологій у навчальному процесі / Фадєєва К. В. // Культурна політика в Україні у контексті світових трансформаційних процесів : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 12–13 груд. 2000 р. / ДАКККіМ. – К., 2001. – С. 276–278.
2. Фадєєва К. В. Використання комп’ютерних технологій у сучасних культурологічних дослідженнях / Фадєєва К. В. // Актуальні проблеми виховання та навчання студентів із особливими потребами : зб. наук. праць. – К. : Ун-т “Україна”, 2000. – С. 270–273.
3. Фадєєва К. В. До використання методів “інтелектуального” програмування в навчальних музичних комп’ютерних програмах / Фадєєва К.В. // Наука і освіта : зб. матеріалів VIII міжнар. наук.- практ. конф., Дніпропетровськ, 7–21 лютого 2005 р. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2005. – Т. 29. – С. 48–49.
4. Фадєєва К. В. До проблеми застосування методів точних наук в дослідженні сучасних культурологічних процесів / Фадєєва К. В.; Міністерство освіти та науки // Відкриті еволюціонуючі системи : зб. матеріалів другої міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 1–30 груд. 2004 р. / Міністерство освіти та науки України. – К., ВМУРоЛ, 2004. – Т. 2. – С. 7–12.
5. Фадєєва К. В. Евристичні процеси в музичних комп’ютерних програмах / Фадєєва К.В. // Трансформаційні процеси в сучасній українській культурі : зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. конф., Київ, 19–20 квітня 2007 р. / КНУКіМ. – К., 2007. – С. 211–213.
6. Фадєєва К. В. Комп’ютерні технології у системі музичної освіти / Фадєєва К. // Професійна мистецька освіта : діалог традицій та інновацій : тези доповідей всеукр. наук.-практ. конф., 15–16 груд. 2000 р. / ДАКККіМ – К., 2000. – С. 51–53.
7. Фадєєва К. В. Логіко-конструктивні тенденції в композиторській творчості (з досвіду евристичного програмування) / Фадєєва К. В. // Духовна культура як домінанта українського життєтворення : зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. конф., Київ, 22–23 груд. 2005 р. / ДАКККіМ. – К., 2005. – Ч. 2. – С. 163–165.
8. Фадєєва К. В. “Марковські процеси” у композиторській творчості / Фадєєва К. В. // Українська культура в контексті сучасних наукових досліджень та практичних реалій : зб. матеріалів міжнар. наук.- практ. конф., Київ, 21–22 груд. 2006 р. / ДАКККіМ. – К., 2006. – Ч. 2. – С. 337–338.
9. Фадєєва К. В. Методи “штучного інтелекту” в аналізі музичних творів / Фадєєва К.В. // Україна – Світ : від культурної своєрідності до спорідненості культур : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 25–26 трав. 2006 р. / ДАКККіМ. – К., 2006. – Ч. 2. – С. 92–96.
10. Фадєєва К. В. Музичні комп’ютерні програми: ретроспектива та сучасні напрямки застосування / Фадєєва К. В. // Питання культурології : зб. наук. статей / КНУКіМ. – К., 2004. – Вип. 20. – С. 292–298.
11. Фадєєва К. В. Принципи евристики в музичних комп’ютерних програмах / Фадєєва К. В. // Фундаментальні і прикладні дослідження рекреаційно-дозвіллєвої сфери в контексті євроінтеграційних процесів : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 12–13 трав. 2008 р. / КНУКіМ. – К., 2008. – Ч. 2. – С. 439– 441.
12. Фадеева Е. В. Принципы системного анализа в исследовании современных культурологических процессов / Фадеева Е. В // Відкриті еволюціонуючі системи : зб. матеріалів першої міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 26–27 квіт. 2002 р. / ВМУРоЛ. – К., 2002. – С. 134–136.
13. Фадєєва К. В. Структурний аналіз в сучасних культурологічних дослідженнях / Фадєєва К. В. // Міфологічний простір і час у сучасній культурі : зб. матеріалів міжнар. наук. конф., Київ, 12–13 груд. 2003 р. / ДАКККіМ. – К., 2003. – С. 59–60.
14. Фадєєва К. В. Фреймові структури як інструмент музикознавчого дослідження / Фадєєва К. В. // Інформаційно-культурний простір : європейський вибір : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 7–8 груд. 2007 р. / ДАКККіМ. – К., 2007. – С. 191–193.

**АНОТАЦІЇ**

Фадєєва К. В. Сучасні комп’ютерні технології у дослідженні музичної культури. **– Рукопис.**

**Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора мистецтвознавства за спеціальністю 17.00.03 – Музичне мистецтво. – Національна музична академія України ім. П. І. Чайковського Міністерства культури і туризму України, Київ, 2009.**

**Дисертація присвячена дослідженню музичної культури як якісно нового етапу формування художньої (музичної) культури в умовах задіяння новітніх комп’ютерних технологій. Прояви нових процесів в осмисленні художньої (зокрема музичної) культури в дисертації реалізовані з використанням принципу “двійковості” в дослідженні культурних феноменів і принципу дії комп’ютерних систем. Запропонована концепція, базуючись на зовнішній закономірній аналогії, насамперед, містить глибинний механізм регуляції процесів, які формують як розвиток культури, так і процеси природні, процеси художнього мислення та композиційні засади окремого твору мистецтва.**

**Відповідно до цього евристичні процеси в музичних комп’ютерних програмах подано в системному викладі, з панорамним висвітленням сфер застосування методів штучного інтелекту в проекції дослідження музичної творчості, які реалізовані в особливостях застосування фреймових структур в аналітичному дослідженні музичних творів, “марковських процесах” у комп’ютерному синтезі та аналізі музичних текстів (з використанням авторської евристичної комп’ютерної програми “MyAccord.exe.”).**

Ключові слова: **евристичні процеси, принцип віртуальної взаємодії, системи штучного інтелекту, принцип експертного зв’язку, алгоритмічне моделювання, фреймові структури, “марковські процеси”, фрактальна композиція, системи алгоритмічної композиції.**

Фадеева Е.В. Современные компьютерные технологии в исследовании музыкальной культуры. **– Рукопись.**

**Диссертация на соискание ученой степени доктора искусствоведения по специальности 17.00.03 – Музыкальное искусство. – Национальная музыкальная академия Украины им. П. И. Чайковского Министерства культуры и туризма Украины, Киев, 2009.**

**Диссертация посвящена проблематике задействования современных компьютерных технологий в исследовании музыкальной культуры. Применение новейших компьютерных технологий привело к кардинальным изменениям человеческой культуры в целом, нашло отражение и в художественной (и, в частности, музыкальной) культуре. Проявление новых процессов в осмыслении художественной (музыкальной) культуры в диссертации реализовано посредством принципа “двоичности” в исследовании культурных феноменов и принципа функционирования компьютерных систем. Примененная внешняя закономерная аналогия содержит глубинный механизм регуляции процессов, которые формируют развитие культуры, процессы художественного мышления и композиционных основ отдельно взятого произведения искусства.**

**В исследовании художественной (музыкальной) культуры качественно новый подход проявился в том, что она стала рассматриваться как текст, определенным образом организованная и структурированная информация, которая составляет алфавит “опорных” элементов, комбинаторно представленных в метаязыковых структурах кодов культуры, ее “порождающей грамматики”. Этот новый взгляд на культуру объединил примененные в диссертации теоретико-информационные и символьно-математические подходы в ее анализе. Координационным центром в данном случае стали кибернетические подходы, специфика которых отражена в формировании качественно нового единства научно-теоретических и технических решений. Теоретическая плоскость “действия” компьютера сменилась его практическим техническим воплощением.**

**Эти процессы нашли отражение в сфере музыкального искусства в практической реализации возможностями электронной техники поисков новейших средств звукового синтеза (усовершенствование и развитие музыкального инструментария) и композиторской техники (расширение и развитие теоретической базы исследований в области “искусственного интеллекта”), прослеженные в проведенном исследовании:**

* **в динамике исторического развития музыкальных компьютерных технологий;**
* **в анализе образцов основных направлений музыкальных компьютерных программ (с точки зрения проявления интеллектуальных алгоритмов);**
* **в панорамном освещении сфер применения методов искусственного интеллекта в проекции исследования музыкального творчества, которые реализовались в особенностях применения фреймовых структур в аналитическом исследовании музыкальных произведений, “марковских процессах” в компьютерном синтезе и анализе музыкальных текстов (с использованием авторской эвристической компьютерной программы “MyAccord.exe.”).**

**Тем самым новейшие компьютерные технологии значительно обогатили музыковедческую базу в разнообразных направлениях, начиная от музыкально-акустических и заканчивая более глубоким осознанием механизмов музыкального мышления, социально-коммуникативного функционирования музыкального искусства.**

**Изложенные факторы определили системное изложение функционирования эвристических процессов в музыкальных компьютерных программах, специфику их проявления в музыкальном творчестве.**

Ключевые слова: **эвристические процессы, принцип виртуального взаимодействия, системы искусственного интеллекта, принцип экспертной связи, алгоритмическое моделирование, фреймовые структуры, “марковские процессы”, фрактальная композиция, системы алгоритмической композиции.**

**Fadyeyeva K.V. Modern computer technologies in a research of musical culture.** – Manuscript.

A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of doctor of arts in speciality 17.00.03. – Music Art. – P. I. Tchaikovsky National Music Academy of Ukraine Ministry of Culture and Tourism of Ukraine, Kyiv, 2009.

Dissertation is dedicated to the usage of modern computer technologies in the research of musical culture. Innovative computer technologies caused great changes in human culture in general and in art culture (musical one as well) in particular. The display of new processes in understanding of art (musical) culture in this dissertation is realized due to “duality” principle in the research of cultural phenomena and computer systems’ action principle. The offered conception, based on external law in analogy, contains deep mechanism of processes regulation, which forms culture development, natural processes, the processes of art thinking and composed bases of definite piece of art.

The research novelty is presented in: systemic exposition of heuristic processes functioning in musical computer software, panoramic overview of artificial intelligence methods’ application spheres while studying the musical art. They are realized in peculiarities of frame structures usage in analytical research of musical pieces, “markovskiy processes” in computer synthesis and musical texts’ analyses (using author’s heuristic computer software “MyAccord.exe.”).

**Key words:** heuristic processes, the principle of virtual interaction, the system of artificial intelligence, the principle of expert’s connection, algorithmic design, frame structures, “markovskiy processes”, fractal composition, the system of algorithmic composition.

Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>