

Література

1. Екстраверсія-інтроверсія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
2. Завгородня Г.Ф. Полифонические аспекты организации музыкального пространства в творчестве Ю. Гомельской [Електронний ресурс] / Г.Ф. Завгородня. – Режим доступу : http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mmik/2010_11/Zavgor.htm
3. Маньковская Н.Б. Париж со змеями (Введение в эстетику постмодернизма) / Н.Б. Маньковская. – М. : Изд. Института философии РАН, 1994. – 220 с.
4. Савицька Н.В. Вікові аспекти композиторської життєтворчості: автореф. дис. ... доктора мистецтвознавства : спец. 17.00.03 "Музичне мистецтво" / Н.В. Савицька. – К., 2010. – 36 с.
5. Степанченко Г. Щербаков Ігор Володимирович [Електронний ресурс] / Г. Степанченко. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/http>.
6. Сюта Б. Українська музика молодшої генерації композиторів [Електронний ресурс] / Б. Сюта. – Режим доступу : http://www.musica-ukrainica.odessa.ua/_a-syuta-youngukrgcomp.html.
7. Теплов Б.М. Психология музыкальных способностей. // Б. М. Теплов. – М – Л. : АПН РСФСР, 1947. – 355 с.
8. Черкашина-Губаренко М.Р. Осягнути природу таланту [Електронний ресурс] / М.Р. Черкашина-Губаренко // День. – 2012. – 1 березня. – Режим доступу : <http://www.day.kiev.ua/uk/article/kultura/osyagnuti-prirodu-talantu>

УДК 78.01:004.45

Фадеева Катерина Володимирівна,
доктор мистецтвознавства,
доцент Національної музичної академії
України ім. П.І.Чайковського

МУЗИЧНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІСТОРИЧНОМУ ТА СУЧАСНОМУ АСПЕКТАХ

У даній публікації проаналізовано динаміку розвитку музичних комп'ютерних технологій у контексті базових принципів кібернетичної науки. Системно викладено теоретичні засади 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.

Ключові слова: евристичні процеси, штучний інтелект алгоритмічне моделювання, фрейм, "марковські процеси", системи алгоритмічної композиції.

Фадеева Екатерина Владимировна. Музыкальные компьютерные технологии: исторический и современный аспекты.

В данной публикации проанализирована динамика развития музыкальных компьютерных технологий в контексте основополагающих принципов кибернетической науки. Системно изложены теоретические принципы эвристического музыкального программирования, что оказало влияние на обогащение музыковедческой исследовательской базы в разнообразных направлениях, начиная от музыкально-акустических аспектов и заканчивая более глубоким осознанием механизмов музыкального мышления.

Ключевые слова: эвристические процессы, искусственный интеллект, алгоритмическое моделирование, фрейм, "марковские процессы", системы алгоритмической композиции.

Fadyeyeva Kateryna. The music computer technology: historical and contemporary aspects.

It was analyzed the dynamic of the music computer technologies in the context of the basic principles of cybernetic science. It was systematically expounded theoretical foundations of heuristic musical programming that affected enrichment of musicological research base in a variety of ways, ranging from music and acoustic aspects and completing a deeper knowledge of the mechanisms of musical thinking.

Key words: *Heuristic processes, artificial intelligence, algorithmic design, frame "markovskiy processes", the system of algorithmic composition.*

Дослідження проблеми розвитку пріоритетних напрямів музичних комп'ютерних технологій з необхідністю потребує висвітлення визначних, домінантних "подій" у більш ніж півстолітньому розвитку вітчизняної кібернетики. Це був надзвичайно важливий етап для створення фундаментальних засад майбутнього розвитку народжуваної прогресивної науки. Саме українськими вченими під керівництвом академіка С.О. Лебедева 1951 року було створено першу в континентальній Європі ЕОМ МЕСМ (малу електронну обчислювальну машину). Інновація процесу полягала в тому, що були розроблені основоположні структурно-алгоритмічні принципи організації обчислень, які властиві всім поколінням обчислювальної техніки (найсучаснішої у тому числі). Слід відзначити важливість реалізованого у МЕСМ принципу збереження в пам'яті програми обчислень і в разі необхідності її трансформації керуючим пристроєм, тобто в процесі роботи програми включалися логічні механізми здійснення інтелектуальної діяльності людини (на відміну від попереднього етапу виконання переважно арифметичних операцій).

Також відзначимо, що окрім арифметичних операцій, до складу програми включені логічні операції – порівняння, умовного та безумовного переходів. Структура комп'ютерної пам'яті базується на ієрархічному принципі, при проведенні обчислень використовуються числові методи рішення задач.

Розробки інституту кібернетики, що проводилися під керівництвом В. М. Глушкова (період кінця 60-х років), були позначені підвищенням внутрішнього інтелекту ЕОМ.

Спрямування досліджень українських науковців на сучасному етапі полягає в подальшому розвитку ідеї внутрішньої інтелектуалізації ЕОМ, з використанням досвіду вітчизняних кібернетиків у створенні інтелектуальних комп'ютерів та розширенні сфер використання ЕОМ у галузях нетрадиційного застосування. Крім того, активно розвиваються напрями досліджень у розпізнаванні мови, зорових образів, керуванні діями, робота зі штучною системою зору, а також відтворенні деяких аспектів інтелектуальної діяльності людини (гра у шахи), доведення теорем у формальній математичній логіці тощо. Одним із важливих напрямів сучасної інформатики є створення інтелектуальних інформаційних технологій і телекомунікаційних систем у різноманітних галузях діяльності людини.

Актуальність цієї наукової розвідки полягає у панорамному висвітленні сфер застосування методів штучного інтелекту у дослідженні музичної творчості. Мета статті спрямована на системний виклад теоретичних засад евристичного музичного програмування, що вплинуло на збагачення музикознавчої дослідницької бази в найрізноманітніших напрямках.

Звернемося до термінологічних визначень, пов'язаних з кібернетикою. Номінування кібернетики було запозичене у давньогрецького філософа Платона, який застосовував його в значенні "мистецтво керманича" від давньогрецького кібер – кермо корабля. У XIX столітті дане визначення було використано А.М. Ампером для запропонованої їм класифікації науки про управління державою.

Кібернетика акумулювала деякі розділи математики, теорії ймовірностей, символічної логіки, алгебри логіки, математичної статистики. Ретроспективний аналіз розвитку наукової думки минулого дозволяє сфокусуватися на ідеях, що стали теоретичним фундаментом кібернетики: XIII ст. – Раймунд Луллій (1235–1315), іспанський філософ, алхімік, передбачив ідею обчислювальної машини у вигляді механічного пристрою для одержання інтелектуальної та нової інформації; XVII століття – Р. Декарт у праці "Міркування про метод" викладає раціоналістичний підхід до вивчення природи за допомогою законів механіки, аналізує ізоморфність процесів у живих організмах і машинах, Блез Паскаль досліджував можливості технічної реалізації проявів інтелекту імовірнісними методами, винайшов обчислювальну машину; XVII–XVIII століття – І. Ньютоном та Г. Лейбніцем були сформульовані основоположні принципи теорії ймовірностей і математичної логіки. Так, Н. Вінер відзначав: "Якщо би мені прийшлося вибирати в анналах історії наук святого-покровителя кібернетики, то я обрав би Лейбніца. Філософія Лейбніца концентрується навколо двох основних ідей, тісно пов'язаних між собою: ідеї універсальної символіки та ідеї логічного числення" [2, 58]. У численних умовиводах (*calculus ratiocinator*) Лейбніца міститься детермінанта машини, що мислить – *machina ratiatrix*; XIX століття – Дж. Буль застосував методи алгебри до логічних перетворювань (алгебра логіки або булева алгебра); XX століття – математична статистика.

У формуванні кібернетичної науки окрім вищеназваних напрямків у другій половині XX століття активно розвиваються та відіграють важливу роль теорія інформації, математичне моделювання, системний аналіз. З опублікуванням у 1948 р. книги Н. Вінера "Кібернетика, або управління і зв'язок у тварині та машині" [2] пов'язують появу кібернетики "науки про комп'ютери" або "науки про роботів".

Ключова ідея кібернетики полягає в наявності аналогії, ізоморфності в регулятивних процесах, що протікають у різних системах – технічних, біологічних, соціальних. Відкриття принципу ізоморфізму дозволило "конструювати" штучні системи, що імітують життєдіяльність суспільства, людини та характеризувати їх універсальними поняттями.

Розвиток і удосконалювання комп'ютерних систем досягається, як відзначав В. Глушков, синтезом математичної основи із різноманітними прикладними дослідженнями та розробками [5, 27]. Саме синтез такого спрямування було використано при створенні комп'ютерних програм для академічної музи-

ки. У цьому напрямі кібернетика акумулює складність, багатоаспектність проблем, що виникають на стиках наукових галузей, таких як електроніка і телемеханіка, фізика твердого тіла і математика, неklasична логіка і теорія інформації, семантика і моделювання.

Сучасні комп'ютерні системи стрімко розширюють сфери застосування теоретичних обґрунтувань у галузі математики, фізики, механіки, логіки, штучного інтелекту. Комп'ютерні технології оперують множиною даних у різних галузях науки, культури, історії, здійснюють їх вибір, збереження, накопичення, оновлення, ретрансляцію, що дозволяє виявляти глибинні взаємозв'язки явищ, об'єктів дослідження, а також визначати, простежувати закономірності в механізмах мислення різних історичних періодів розвитку цивілізації.

Суттєвою стороною сучасних досліджень у галузі штучного інтелекту є спроба осягнення механізмів людського мислення, виявлення його, так би мовити, інтелектуальних характеристик, потенційних можливостей. До появи інтелектуальних систем при інсталяції програми в комп'ютер змістовна сторона задачі зникла, ця парадигма змінилася з їхньою появою. Проблеми штучного інтелекту безпосередньо стосуються проведеного нами дослідження музичних комп'ютерних програм (академічного та евристичного спрямування) і тому потребують більш детального огляду. Власне ж історія штучного інтелекту як науки розпочалася в середині ХХ століття. Термін "штучний інтелект" запровадив Джон Маккарті, автор символічної мови програмування Лісп. Американськими програмістами Аленом Ньюеллом і Гербертом Саймоном у 1956 р. була створена перша програма штучного інтелекту, яка здійснювала доведення теорем з використанням символічної логіки. Ключова ідея авторів полягала в тому, що мислення належить представляти як механізм для обробки інформації. Резонансно аналогічні ідеї виникли у філософії, психології, лінгвістиці, антропології, нейрофізіології, соціології.

"Штучний інтелект" – один з наукових напрямів інформатики, розвиток якого здійснювався у двох напрямках: біонічному, для моделювання психофізіологічних властивостей мозку з метою відтворення на ЕОМ штучного розуму і прагматичному – основному напрямку досліджень штучного інтелекту, комп'ютерні технології в даному випадку використовуються у прикладному значенні для відтворення процесів розумової діяльності.

Моделювання творчих процесів стало одним з перших напрямів розвитку штучного інтелекту в руслі прагматичного підходу з реалізації знань у вигляді алгоритмів і програм. Так, Г.С. Поспелов у дослідженні "Штучний інтелект – основа нової інформаційної технології" [7] певною мірою окреслює вирішені проблеми моделювання творчої діяльності, зокрема: ігрові задачі, синтез музичних творів, синтез "жорстких текстів" (чарівних казок), створення орнаментів, доведення теорем та автоматичний синтез програм, аналіз і синтез текстів та мови.

Вагомим внеском у розробку проблем штучного інтелекту стала формальна граматики – нова система розуміння мови Ноєма Хомського, крім того, його теорія трансформаційних грамастик розширила сфери використання мови і склала теоретичну основу розробки більшості комп'ютерних мов.

Складність і структурне розмаїття знань стали імпульсом для створення різних способів їх подання, серед яких треба виділити логічну модель, фреймові та продукційні системи, а також семантичні мережі, що відносяться до семантичного підходу в дослідженнях зі штучного інтелекту.

Під впливом концепції семантичних мереж здійснювалися аналогічні підходи у репрезентації знань. Так, М. Мінський у 1974 р. висунув гіпотезу, у відповідності з якою розум людини інтерпретує кожний з виникаючих об'єктів (мовних) за допомогою структур пам'яті, так званими фреймами [4; 8]. Фрейм являє собою інтегрований пакет знань, що зберігається в оперативній пам'яті комп'ютера або мозкових клітинах у вигляді описової інформації. Кожний фрейм розділяється на слоти (атрибути) та відповідні їм значення. Паралельно зі створенням фреймів М. Мінського у 1974 р. Роджер Шенк у співпраці з Робертом Абельсоном розробив схему репрезентації знань, що називаються "скриптами" або сценаріями, які складаються з опису дій в якості допоміжного матеріалу для комп'ютера в розпізнаванні подій. Недостатня досконалість опису можливих ситуацій, відсутність гнучкості, "маневреності" даної програми стимулювали розробку більш масштабних структур даних під назвою MOR (Memory Organization Packets) – пакетів організації пам'яті, більш складних переплетень відносно різних контекстів (під керівництвом Р. Шенка).

Семантична модель мислення пов'язана з логіко-лінгвістичним моделюванням, ситуаційна множина певної галузі знань містить деяку кількість інваріантів, при цьому основні структури та їх варіації можуть екстраполюватися з одної сфери в іншу (В. Проппом стосовно структури чарівних казок, Р. Заріповим при моделюванні та аналізі музичних творів).

Проведений огляд основних етапів розвитку комп'ютерних технологій дозволяє зробити деякі узагальнення в плані перспектив розвитку комп'ютерних технологій у науковій та художній діяльності. 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, такі як запам'ятовування, ретрансляція, обчислення, а також обчислювальні роботи з обробки значних масивів інформації. Крім того, нині існують програми для навчання та самонавчання, гри у шахи, шашки, доміно, програми для опрацювання не тільки цифр, але й літер, фраз, графіків, ототожнення людського голосу. Дана система програмного забезпечення є адаптивною, наближеною до відтворення функцій мозку людини, тобто містить ознаки інтелекту.

У проведеному нами дослідженні важливим чинником є зв'язок з основоположними та визначальними принципами напряму штучного інтелекту, який набуває активного розвитку і знаходиться на стику таких дисциплін, як дискретна математика, лінгвістика, психологія, програмування тощо. Комп'ютерні си-

стеми змінюють сталі стереотипи уявлень у дослідженні процесів мислення і, можливо, визначають необхідність формування алгоритмічного стилю мислення. Завдяки проблематиці розробок штучного інтелекту виявляються способи аналізу складно організованих 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 є саме алгоритмічне моделювання. Так, наприклад, рекурсивно-алгоритмічний метод дозволяє досліджувати складно організовану систему за допомогою рекурсивних перетворювачів (рекурсивно-последовного та рекурсивно-паралельного типів взаємодій).

Рекурсивна система, створюючи власні копії, надає можливість необмеженого тиражування та ускладнення при одночасній внутрішній упорядкованості її структури. Саме рекурсивні прийоми розв'язання задач покладені в основу розробок по створенню систем штучного інтелекту. Дані системи спрямовані на створення алгоритмів, які моделюють творчі процеси, що, своєї черги, дозволяє виявити певні закономірності у структурі будь-якої складно організованої системи.

Методи семіотичного аналізу та структурного дискурсу оперують поняттям "атом" структури або морфем, семантем, графем, міфем (за термінологією К. Леві-Строса), що дозволяє даний поняттєвий апарат використовувати стосовно гуманітарних галузей, зокрема, явищам культури.

Використання мови алгоритмів дозволяє "дешифрувати" закономірності, логічні принципи процесів мислення, оскільки мова алгоритмів простежується в наукових (математиці, фізиці, хімії, біології) і гуманітарних (філософії, літературі, музиці, живопису) галузях знань.

Найбільш важливою стороною цієї проблеми є можливість трансформування інформаційного багажу, комплексу знань у певну систему кодів, на основі якої може бути створена алгоритмічна модель, що може бути реалізована за допомогою комп'ютерного програмування.

Проведений огляд розвитку напрямів комп'ютерних технологій у різних наукових галузях з необхідністю потребує зупинитися на можливостях комп'ютерного опрацювання звуку, комп'ютерному синтезуванні музичних творів, оскільки предметом представленого дослідження є огляд, структурний аналіз та розробка музичних комп'ютерних програм різного спрямування (зокрема – композиція, звуковий синтез та аналіз музичних творів).

До таких програм належать PatchWork та Open Music [9; 10], у яких створення композиції – САС (Computer Assisted Composition – комп'ютерне сприяння композиції) відбувається за алгоритмічним методом. Цей метод 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, що використовуються в дискретній математиці. Застосований програмний апарат адапто-

ваний для репрезентації та управління комплексом складних структур у процесі моделювання музичних фрагментів.

Прообразом алгоритмічного підходу став підхід, який виник у другій половині XIX 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'єктно орієнтовані мови), графічних інтерфейсів користувача і розробки індивідуальних алгоритмів обчислень, справила вплив на активний розвиток у 80-х роках минулого століття підходу САС. Істотна робота в цьому напрямі здійснювалася у спеціалізованих центрах, зокрема, Icsam, Стенфорд.

З винаходом комп'ютера перші розробки в цьому напрямі визначалися комбінаторними та формальними принципами (Л. Хіллер, Я. Ксенакіс); з появою спеціальних об'єктно орієнтованих 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 проєкті 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.

Спроби звукового синтезу сягають XVII століття: теоретиком маньєризму Афанасієм Кірхером (1602–1680) було винайдено спосіб "набирати" нотну партитуру на "програмному барабані", який спричиняє дію джерела звуків і є, так би мовити, пневматичним синтезатором музики [6, 194]. Звуковий синтез, підкреслює А. Моль, імітує характерні ознаки творчого почерку композитора з метою їх подальшого відтворення. Такі дослідження, наприклад, були проведені в Іллінойському університеті вченими Л. Хіллером та Л. Ісааксоном на машині "ІЛЛІАК", яка містила бахівські та бартоковські стильові алгоритми.

З появою електронної музики (К. Штокхаузен, М. Кагель – кельнська школа) почав здійснюватися звуковий синтез, який передбачає складні перетворення звукового сигналу до одержання уявного результату. Так, Я. Ксенакіс вибудовує логічну систему, утворену абстрактними елементами. Спираючись на логічні закономірності, комп'ютер створює музичний твір.

Прикладом звукового синтезу є матеріал розробки Другої симфонії Л. Аствацатрян. Комп'ютер здійснює пермутаційну обробку гармонічних, звуковисотних та ритмічних серій, що були видобуті композитором зі старовірменського музичного першоджерела "Птах" Нарекаці, X століття [1]. Комп'ютерний синтез звуку значно розширює та збагачує створюване звучання шляхом використання "мікроінтервальних" співвідношень.

У контексті дослідження серед напрямів штучного інтелекту досліджувалися евристичні процеси в музичних комп'ютерних програмах. Евристичні методи рішення багатокрокових задач в умовах інформаційної складності або недостатньої інформації характеризуються розчленуванням процесу перероблення інформації на елементарні інформаційні процеси. При цьому відмінність віднаходження евристичних рішень полягає в пошуку взаємопов'язаних компонентів, відтворенні існуючих зв'язків та їх взаємозалежностей.

У нашому дослідженні це пов'язано з використанням принципів "марковських процесів" в аналізі музичних творів за допомогою розробленої автором статті евристичної комп'ютерної програми "МуAccord.exe.", написаної мовою програмування "C++" та представляє елітарний напрям у теоретичному музикознавстві. Закономірності "марковських ланцюгових залежностей" та "розгалужених процесів" застосовувалися в процесі аналізу пізньої гармонії О. Скрибіна, що дозволило виявити тісну взаємодію гармонії та фактури. 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. Скрибіна була визначена як "дифузна".

Застосування сучасного комп'ютерного програмування у діяльності музикознавця, окрім спрощення трудомісткого аналізу, сприяє віднаходженню важливих механізмів у творчому мисленні композитора. Закономірності "марковських ланцюгових залежностей" та "розгалужених процесів" застосовувалися при аналізі пізньої гармонії О. Скрибіна, що дозволило виявити тісну взаємодію гармонії та фактури та визначити її як "дифузну".

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).

Література

1. Аствацатрян Л. Роль ЭВМ в создании серийного материала симфонии / Л. Аствацатрян // МААФАТ"75 : Первый всесоюзный семинар по машинным аспектам алгоритмического формализованного анализа музыкальных текстов : материалы. – Ереван : Изд. АН Армянской ССР, 1977. – С. 244–245.
2. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – М. : Наука, 1983. – 343 с.
3. Зарипов Р. Х. Музыка и искусственный интеллект / Р. Х. Зарипов // Число и мысль : сб. ст. – М. : Знание, 1980. – Вып. 3. – С. 169–191.

4. Минский М. Общение с внеземным разумом / М. Минский // Реальность и прогнозы искусственного интеллекта. – М. : Мир, 1987. – С. 231–244.
5. Михалевич В. С. Кибернетика в жизни общества / В. С. Михалевич, Ю. М. Каныгин. – К. : Политиздат Украины, 1985. – 199 с.
6. Моль А. Искусство и ЭВМ / А. Моль // Искусство и ЭВМ. – М. : Мир, 1975. – С. 194–227.
7. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Г. С. Поспелов. – М. : Наука, 1988. – 280 с.
8. Minsky M. A framework for representing knowledge / M Minsky // The Psychology of Computer Vision. – New York : McGraw-Hill, 1975. – P. 211–277.
9. Grisey G. Structuration des timbres dans la musique instrumentale / G. Grisey // LE TIMBRE: Metaphore pour la composition. – Paris : I.R.C.A.M. et Christian Bourgois Editeur, 1991. – P. 352–385.
10. Laurson M. PATCH WORK: A Visual Programming Language and some Musical Applications / M. Laurson. – Helsinki : Sibelius Academy, 1996. – 313 p.

УДК 78.06

Юферова Ганна Володимирівна,
здобувач кафедри історії української музики
Національної музичної академії України ім. П.І. Чайковського

МУЗИЧНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИКОНАВСЬКЕ МИСТЕЦТВО

У публікації розглянуто нові можливості, що відкрилися для виконавців завдяки новітнім українським розробкам у галузі музичних комп'ютерних технологій, визначається їх роль в сучасному музичному мистецтві і пропонується ефективний метод тестування співочого голосу засобами спеціалізованого програмного забезпечення.

Ключові слова: музичні комп'ютерні технології, академічне виконавське мистецтво, співочий голос, вібрато, експеримент.

Юферова Анна Владимировна. Музыкальные компьютерные технологии и исполнительское искусство.

Рассмотрены новые возможности, которые открылись для исполнителей благодаря новейшим украинским разработкам в сфере музыкальных компьютерных технологий, определяется их роль в современном музыкальном искусстве и предлагается эффективный метод тестирования певческого голоса средствами специализированного программного обеспечения.

Ключевые слова: музыкальные компьютерные технологии, академическое исполнительское искусство, певческий голос, вибрато, эксперимент.

Iuferova Ganna. Music computer technologies and masterly performance.

This article deals with new abilities having opened up for the performers owing to Ukrainian recent developments in the field of musical computer technologies. They determine their part in the contemporary musical art. It also suggests effective method of the singing voice test by means of special software.

Key words: musical computer technologies, academic contemporary musical art, singing voice, vibrato, experiment.