

УДК 621.314.26

ШВАЙЧЕНКО В.Б.<sup>1</sup>, ГРЕБІНЬ О.П., ЛЕВЕНЕЦЬ Н.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет технологій та дизайну

<sup>2</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ З УШКОДЖЕНИХ НОСІЇВ

**Мета.** Підвищення якості відновленої інформації в процесі реставрації та відновлення фонограм.

**Методика.** Синтез системної моделі на базі аналізу процесів відновлення та реставрації фонограм з носіїв різного типу та комп'ютерною обробкою.

**Результати.** Визначено характеристики концептуальної моделі процесу відновлення та реставрації фонограми. Розроблена структура системної моделі процесу відновлення інформації. Визначено множину концептів та зв'язки між концептами. Визначено структуру системи, що моделює ВРФ.

**Наукова новизна.** Запропоновано: концептуальну модель процесу відновлення та реставрації. Обґрунтовано розподіл артефактів за режимами відтворення та обробки фонограми. Деталізовано тип контенту за особливостями впливу на стан фонограми.

**Практична значимість.** Отримані рішення є основою методики проведення процесу відновлення та реставрації фонограм за критерієм якості звучання.

**Ключові слова:** артефакти, звуковий контент, концептуальна модель, моделювання, фонограма, шуми.

**Вступ.** В наш час номенклатура засобів зберігання інформації суттєво розширилась. Для великих обсягів застосовують носії, які побудовані за різними технологіями, а саме магнітні, оптичні накопичувачі, твердотільні [1]. Цифрові архіви відео та звукового контенту, які є доступними як on-line ресурси провідних інтернет-сервісів, так в обмеженому доступі локальних систем великої кількості телеканалів, сягають сотен терабайт інформації. До 30 % інформації людина сприймає на слух. Процес цифровізації аналогових записів, зокрема, звукового контенту, є необхідною передумовою збереження культурного надбання людства «аналогової» ери. Звукова програма, призначена для передачі її споживачам у вигляді фонограм на певному носії, передбачає:

1) її запис на носій (первинна запис у студії або інших умовах), при необхідності, монтаж або інші операції зі звуковою програмою;

2) оброблення по різним критеріям - для отримання більш якісного звучання (частотне, рівне оброблення, створення звукових ефектів), для узгодження з каналами передачі та пристроями запису, точніше для певних носіїв;

3) тиражування та зберігання фонограми певного терміну.

Будь-яка фонограма, з початку її створення, долучає певні артефакти, що вносять відповідні «спотворення» записаний контент.

В процесі запису причиною артефактів фонограми можна вважати акустичні шуми, що існують в приміщенні запису звуку і тим самим залишають на фонограмі свій слід, мікрофони та пристрої обробки, що мають низькі технічні показники, а це призводить до спотворень звучання, і сам носій, який характеризують наявністю власних шумів, а також похибки, зумовлені самим процесом перетворення сигналу під час запису на відповідний носій [2].

Під час експлуатації для фонограм деяких видів рухомих носіїв характерно поява різноманітних механічних пошкоджень - витягування, короблювання, викривлення носія, висипання реєстраційного шару.

Під час зберігання можуть виникнути також механічні пошкодження, зміна структури носія внаслідок порушення кліматичних вимог, копіювальний ефект для магнітного запису.

Появу окремих артефактів для різних фонограм можна вважати випадковим і локальним процесом. Артефакти можуть бути викликані самим процесом запису фонограм і можуть виникнути внаслідок дії непередбачених, несприятливих зовнішніх факторів, наслідками яких є порушення якісних показників фонограм, спотворення сигналу.

Для оперативного управління процесом відновлення та реставрації фонограми (ВРФ) з ушкодженого носія необхідно використовувати сценарний підхід до самого процесу та до ситуаційного методу розробки процесу. Також необхідна оперативна динамічна оцінка поточної ситуації якісних змін фонограм і аналізу нової ситуації при ВРФ. Тому актуальними завданнями є:

- побудова концептуальної моделі (КМ) процесу відновлення та реставрації фонограм, що враховує динаміку поліпшення або погіршення параметрів фонограм;
- оцінка впливу на якість управління процесом ВРФ внутрішніх та зовнішніх відривних факторів процесу;
- оцінка за інформаційними технологіями та сучасними засобами ефективності застосування тих чи інших засобів обробки сигналу в процесі ВРФ.

Отже питання створення моделювання процесу ВРФ є актуальним.

**Постановка задачі.** Необхідно розробити концептуальну модель процесу ВРФ з урахуванням різних артефактів та умов, починаючи від створення фонограми, її зберігання та отримання відновленої фонограми з суттєво підвищеними показниками якості і видаленими повністю або частково різноманітними артефактами.

Мета моделювання - побудова на основі концептуальної моделі сценарію виконання процесу ВРФ, виявлення ситуаційних помилок процесу та динаміки зміни параметрів фонограм, дослідження можливих інструментальних засобів для підвищення параметрів фонограм [3, 4] і підвищення ефективності процесу ВРФ. Таким чином, питання реалізації концептуальної моделі і моделювання є нагальними для підвищення якості відновленої інформації, в наш час досліджені недостатньо, що і є предметом розгляду даної роботи.

**Результати досліджень.** Концептуальна модель (КМ) повинна враховувати всі можливі артефакти фонограм, періоди, режими та час їх появи, вплив, що призводить до появи артефактів, можливі зміни параметрів інформаційного сигналу в процесі виконання ВРФ, межі зміни якісних показників фонограм у результаті появи певних чи інших артефактів та багато іншого, що дозволяє прогнозувати наслідки відновлення та визначити деякі проблемні ситуації у самому процесі ВРФ.

Предметною областю, яка представляє інтерес для дослідження в даній роботі є процес реставрації і відновлення звукової фонограми, яка придбала певні артефакти, викликані різними факторами.

Основними компонентами концептуальної моделі ВРФ є [5]:

- опис об'єктів процесу РіВФ і зв'язків між ними;

- опис інформаційних потреб користувачів;
- опис існуючої інформаційної системи;
- опис алгоритмічних залежностей показників;
- опис обмежень цілісності;
- опис функціональної структури системи;
- вимоги до інформаційної системи і існуючі обмеження.

Постановка задачі побудови КМ повинна передбачати виконання наступних функцій: структурувати знання щодо появи та наявності певних артефактів фонограм, щодо самого процесу ВРФ, про етапи процесу та можливі засоби та способи вирішення проблем наявності артефактів, про можливі відхилення параметрів режимів виконання процесу ВРФ, забезпечити безперервний збір і обробку інформації про зміну (поліпшення або погіршення) параметрів фонограм у процесі реставрації; побудувати концептуальну модель; виконати структурний аналіз, і структурно-функціональну декомпозицію КМ; виконати моделювання варіантів відображення інформації. На основі комплексного аналізу результатів моделювання видати інформацію для прийняття рішення щодо доцільності процесу ВРФ.

### **1. Системне моделювання процесу ВРФ.**

На рівні системного дослідження [6] концептуальної моделі процесу ВРФ виконано такі підетапи.

1. Виявлення самих артефактів фонограм, як елементів КМ, що в цілому характеризує стан фонограми.
2. Виявлення характерних факторів, які призвели до появи певних артефактів, як сукупність множини елементів КМ.
3. Виявлення параметрів фонограм, на які впливають певні артефакти.
4. Визначення меж зміни параметрів якості фонограм з урахуванням наявності артефактів.
5. Визначення необхідних заходів щодо зменшення впливу артефактів на фонограму та підвищення якісних показників фонограм.

Елементи представлено в КМ як множина концептів  $C = \{C_i\}$ . Кожний з концептів характеризують власною змінною  $X_i$ , що відображає стан концепту (далі - змінна стану) [7].

Серед факторів, які приводять до появи артефактів у звуковій фонограмі, необхідно врахувати фактори, спричинені:

а) незадовільним режимом первинного запису, монтажу та формування фонограм, тобто на етапі створення фонограм, включно з людським фактором, наприклад, уміння та професійна підготовка звукорежисерів запису, монтажу та інформування фонограм;

б) особливості носія запису, принцип занесення інформації на цей носій, артефакти, притаманні саме цьому виду носія;

в) особливості, тривалість та умови зберігання фонограми;

Додатково для процесу реставрації необхідно враховувати і «нові» артефакти фонограм, спричинені:

г) режимом відтворення фонограм у процесі реставрації, режимами проведення певних видів обробки фонограм, обладнанням, що використовують, технічними засобами та методами [2, 4];

д) особливості та параметри перетворення аналогових фонограм в цифрову форму [3] та запис фонограм у пам'ять ПК для подальшого виконання процесу ВРФ з використанням цифрових технологій та засобів;

е) використання відповідних програмних засобів та їх послідовності їх застосування в процесі ВРФ;

ж) людським фактором - вмінням та професійним рівнем звукорежисера-реставратора.

Основні артефакти фонограм умовно розподілено на групи незалежно від виду носія, але з огляду на носій, в кожній з яких виділяють певні концепти (табл.1).

Таблиця 1

**Характеристики концептуальної моделі**

Артефакти фонограм		
Множина концептів	Змінні компоненти	Характеристики станів об'єкту КМ
$C^I = \{C_i^I\}$	$X_i^I$	Артефакти, визначені людським чинником, здібності та уміння звукорежисера запису, звукорежисер монтажу та інформації, а в подальшому і звукорежисера-реставратора
$C^E = \{C_i^E\}$	$X_i^E$	Артефакти, що визначено умовами, апаратурою та обладнанням запису, зведення, відтворення. Умовами вважають акустичні умови приміщення запису, умови взаємодії елементів пристроїв з носіями інформації
$C^{RM} = \{C_i^{RM}\}$	$X_i^{RM}$	Артефакти, визначені властивостями носія запису
$C^S = \{C_i^S\}$	$X_i^S$	Артефакти, визначені умовами зберігання
<b>Визначення алгоритмів КМ: концепт – зв'язки між концептами – управляючі рішення</b>		
Множина концептів	Зв'язки між концептами	Спеціальні управляючі впливи
$C^{ID} = \{C_k^{ID}\}$	$V_{ij}$	Множина можливих інформаційних показників в КМ (ID - information data).
$C^{IC} = \{C_n^{IC}\}$	$W_{kn}$	Множина функцій впливу на зв'язки, що визначають рівень значимості між концептами (IC - intercommunication).
<b>Передпроектні дослідження</b>		
Вихідні дані		Методологія
$M = \{C^I, C^E, C^{RM}, C^S, C^{ID}, C^{IC}\}$		Формування КМ з достатньою кількістю концептів
$\{C^I, C^E, C^{RM}, C^S, C^{ID}, C^{IC}\}^1$		Формування переліку концептів виконавцем процесу
$\{C^I, C^E, C^{RM}, C^S, C^{ID}, C^{IC}\}^0$		Формування переліку концептів експертами для контролю кінцевого результату (якість відновленої фонограми)

До таких груп відносять:

1 - артефакти, як певний людський фактор, здібності та уміння звукорежисера запису, звукорежисера монтажу і зведення, а в подальшому і звукорежисера-реставратор (I - individual, індивід);

2 - артефакти, що визначено умовами, устаткуванням та обладнанням запису, зведення, відтворення. До умов віднесено акустичні умови приміщень запису, умови взаємодії елементів пристроїв з носіями інформації (контакт головки і стрічки (неконтакт, перекик тощо), голки з грамплатівки (перевага, антискейтінг тощо), зміни швидкості руху носія (детонація, плавання, дрейф), завади типу «рокот», нелінійні спотворення апаратури, відсутність екранування (E – equipment, обладнання);

3 - артефакти, визначені властивостями носіїв запису, які можна розподілити на підгрупи (RM record medium - носій інформації):

- а) різного виду шуми тривалої дії;
- б) завади короткочасної дії;
- в) амплітудно-частотні лінійні розбіжності;
- г) нелінійні спотворення, що формуються носіями;
- д) сприйнятливості до механічного руйнування носія в процесі запису, зберігання (копірефект), відтворення;
- е) сприйнятливості до руйнування носія в процесі неправильного зберігання та порушення кліматичних умов;
- ж) взаємний вплив стереоканалів (перехресна завада);
- з) специфічні властивості носія;
- і) властивості, визначені технологією виготовлення носія (штамбування, напилення МС, технології фото процесів);

4 - артефакти, визначені умовами зберігання (S storage - зберігання).

**Особливості системної моделі.** Для побудови системної моделі (СМ) необхідно пояснити і взаємозв'язати припущення, механізми виникнення артефактів і основні етапи процесу відновлення, локалізації та ліквідації артефактів, викликаних різними факторами.

СМ дозволяє класифікувати поточну фазу процесу реставрації, на якісному рівні оцінити перетворення фонограми, якісно оцінити результати проведення відповідних обробки сигналів та інших заходів на підставі результатів роботи системи реставрації та відновлення. СМ процесу реставрації (рис.1) - це взаємозв'язані підсистеми, представлені у вигляді триад - графа з трьома вершинами.

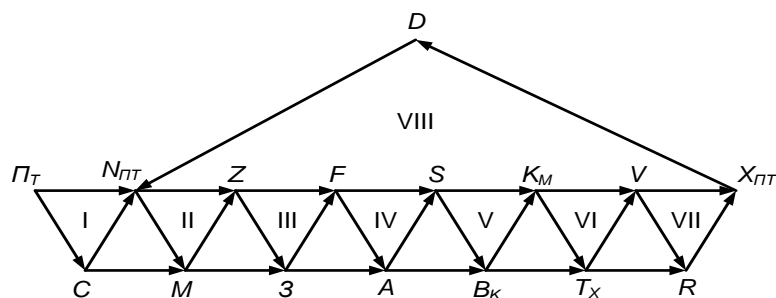


Рис.1. Системна модель процесу ВРФ

Кожній вершині відповідає певна множина об'єктів, а ребра відповідають відносинам між цими об'єктами [7].

СМ використовують для проведення системного аналізу процедури вилучення артефактів у процесі відновлення та реставрації фонограм.

Елементи множини нижнього рівня утворюють нові триади-об'єкти, а саме на види подальших досліджень.

Триади I-III реалізуються на основі досвіду, знань та інтелекту звукорежисера-реставратора та відображаються у вигляді експертних систем.

Тріади IV-VII базуються на використанні інформаційних, функціональних та динамічних моделей.

Тріада VIII дозволяє визначати ефективність всіх видів обробки та програмних засобів для ВРФ.

Системна тріадна модель об'єднує в єдину систему всі види діяльності звукопідсилювача та автоматизованих операцій, пов'язаних із проведенням процесу ВРФ, дозволяє якісно проводити аналіз результатів, отриманих в процесі ВРФ, визначити оптимальний час для проведення відновлювальних та діагностичних процедур з метою отримання максимально досяжних результатів реставрації та застосування найбільш ефективні методи відновлювальних робіт під час ВРФ і після.

Системний аналіз процесу ВРФ дозволяє виділити шість підсистем (агентів) в процесі реставрації, що складають мультиагентну системну модель (рис.2):

- 1 - артефакти;
- 2 - відновлювана фонограма;
- 3 - підсистема прийняття рішень [6];
- 4 - інформаційна підсистема [8];
- 5 - виконавча підсистема [9];
- 6 - впливові фактори.

Стан об'єктів 1 і 2 характеризуються через змінні стану. Визначимо множину  $X = \{x_i\}$  змінних, що характеризують властивості та особливості артефактів:

- $x_0$  - початковий дестабілізуючий фактор, що викликав появу артефакту;
- $x_1$  - умови появи артефакту;
- $x_2$  - ступінь впливу артефакту на фонограму;
- $x_3$  - параметр, найбільш підданий впливу артефакту, місце та ступінь зміни параметра фонограми;

$x_4$  - ступінь можливого вирішення проблеми - ступінь повного або часткового видалення артефакту без втрати інформаційної складової фонограми;

- $x_5$  - ступінь часового впливу артефакту.

Стан звукової фонограми характеризують множиною  $Y$  з наступних змінних:

- $Y_1$  - якісні показники фонограм, серед яких:
  - $y_{1-1}$  - частотні характеристики фонограми;
  - $y_{1-2}$  - шумові характеристики фонограми;
  - $y_{1-3}$  - наявність нелінійних спотворень фонограми;
  - $y_{1-N}$  - інші;
- $Y_2$  - механічний стан фонограм, серед яких:
  - $y_{2-1}$  - короблення, витягування і його ступінь;
  - $y_{2-2}$  - злом, розрив і його ступінь;
  - $y_{2-3}$  - потертості і їх ступінь;

у<sub>2-N</sub>-інші.

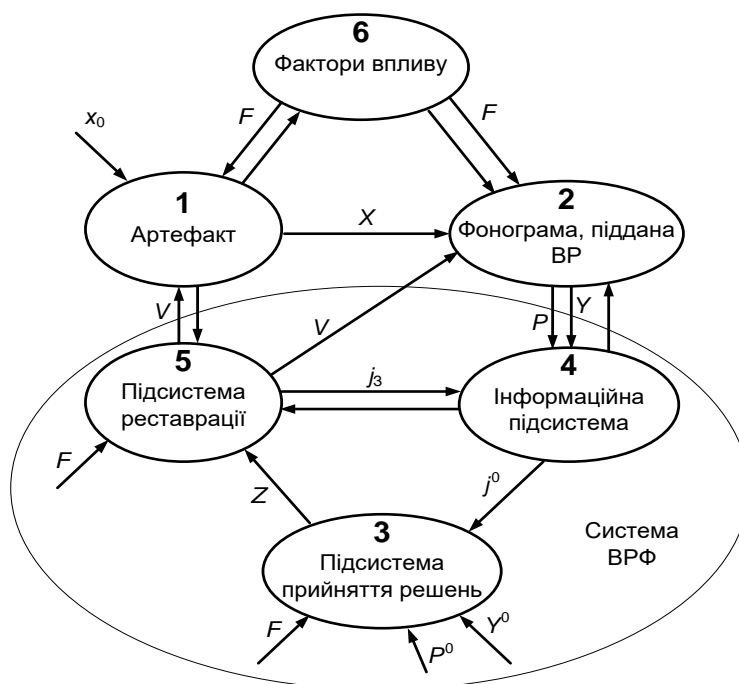


Рис.2. Мультиагентна системна модель процесу ВРФ

Втрату від наявності артефактів характеризують множиною втрат  $P = \{p_i\}$ :

$p_1$  - власне фонограма загалом;

$p_2$  - робочий шар носія фонограми;

$p_3$  - окремі складові параметрів фонограми (звуження частотного діапазону, збільшення нелінійних розбіжностей, підвищення шумових складових і тим самим маскування інформаційних низькорівневих сигналів тощо).

Стан підсистем оперативного прийняття рішення визначається множиною  $Z = \{z_i\}$  змінних, що характеризують технологічні рішення, спрямовані на:

$z_1$  - залучення досвідчених звукорежисерів-реставраторів, ефективного використання інтелектуального ресурсу;

$z_2$  - використання ефективних апаратно-програмних засобів для відновлення та відновлення фонограм;

$z_3$  - використання високоякісних приладів та обладнання для об'єктивної оцінки якості фонограм;

$z_4$  - використання високоякісних приладів та обладнання для суб'єктивної оцінки якості фонограм;

$z_5$  - використання спеціальних ефективних засобів виявлення артефактів фонограм;

$z_6$  - використання інформаційних ресурсів для підвищення мобільності системи та ефективності виконання робіт;

$z_7$  - використання фінансових ресурсів для технічного та творчого забезпечення процесу ВРФ;

$z_8$  - використання спеціальних засобів попередження виникнення нових артефактів або модернізації існуючих (засобів моніторингу, контролю, діагностики);

$z_9$  - управління часовим ресурсом;

$z_{10}$  - використання захисних заходів щодо поліпшення стану фонограм.

Інформаційну підсистему характеризують множини засобів для вимірювання, обробки та аналізу інформації щодо артефакту ( $J_1$ ), самої фонограми ( $Y$ ), зовнішніх впливових факторів ( $J_2$ ) та виконавчої підсистеми ( $J_3$ ).

Інформаційна підсистема своєчасно надає достовірну інформацію про підсистему прийняття рішень на основі аналізу стану фонограм і її артефактів.

Стан виконавчої підсистеми характеризується множиною  $U = \{U_k\}$  розташованих засобів для управління процесом ВРФ. Змінні  $U_k$  відображають обсяг  $V_k$ , спрямований на виконання прийнятих рішень  $Z_k$ , що супроводжуються деякими помилками виконання.  $U = \{U^k\}$  - загальний ресурс, необхідний для попередження, виявлення, керування процесом ВРФ, ліквідації наслідків наявності артефактів.

Концепти і змінні стану наведено в табл. 2.

Деталізована КМ процесу ВРФ потребує уточненого обліку наявних артефактів у процесі запису, зберігання та відновлення, та визначених змінних стану.

Таблиця 2.

**Концепти і змінні стану, що відображають артефакти звукових фонограм**

Позначення концепту	Тип концепту
$C_1^I$	кількість співробітників, що беруть участь в технологічному процесі
$C_2^I$	час виконання технологічних процесів (часовий фактор)
$C_3^I$	навчання персоналу
$C_4^I$	забезпечення заробітною платою
$C_5^I$	невраховані концепти, що відображають артефакти, спричинені людським фактором
$C_1^E$	параметри якості апаратури (первинного запису, відомості при первинного запису, відтворення при ВРФ)
$C_2^E$	акустичні умови в студії (звукозапису, реставрації)
$C_3^E$	знос обладнання та апаратури, а також невідповідність стандартів обладнання
$C_4^E$	параметри взаємодії носія і зчитувального елемента обладнання (контакт «елемент зчитування-носій», неточність положення елемента зчитування і носія, сила зчеплення елемента зчитування з носієм, система врівноваження між елементом зчитування і носієм, геометричними відмінностями носія і елемента зчитування тощо)
$C_5^E$	параметри, що визначають особливості переміщення носія (нелінійність руху носія, детонація механізму переміщення носія, дрейф швидкості переміщення носія, плавання швидкості переміщення носія тощо)
$C_6^E$	завади, шуми, які визначаються апаратурою (завада типу «рокіт» при переміщенні носія, власні шуми функціональних вузлів, вібрація механізму переміщення носія тощо)
$C_7^E$	частотний діапазон і інші частотні характеристики апаратури
$C_8^E$	нелінійні спотворення апаратури, включно з нелінійними спотвореннями, викликані перевантаженням апаратури, нелінійністю перетворення сигналів
$C_9^E$	лінійні спотворення апаратури
$C_{10}^E$	захист від зовнішнього впливу елементів апаратури (екранування)
$C_{11}^E$	проведення профілактичних робіт з апаратурою
$C_{12}^E$	невраховані концепти, що відображають артефакти, визначені умовами та апаратурою





Концептуальну модель процесу ВРФ з урахуванням артефактів фонограми та вжиття заходів щодо зменшення впливу на фонограму наведено на рис. 4.

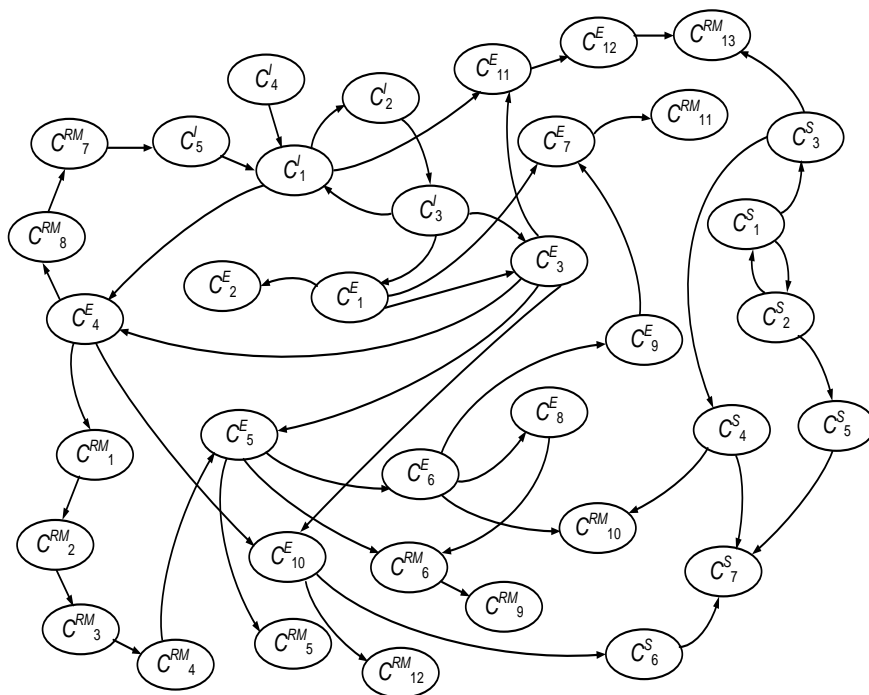


Рис.4. Концептуальна модель процесу ВРФ

**Висновки.** Таким чином, розроблена модель є основою методології концептуального моделювання процесу ВРФ після впливу артефактів, спричинених різними факторами. Запропонована структура концептуальної моделі ВРФ забезпечує можливість поетапного вилучення артефактів незалежно від типу множини концептів, що визначають артефакти, зумовлені технологією звукозапису. За цього підсистема прийняття рішень має бути налаштована з урахуванням вимог нормативних документів щодо якості звуковідтворення. Напрямок подальших робіт є вдосконалення методики проведення процесу ВРФ і математичної моделі узагальненої фонограми з визначенням особливостей технології в різних типах носіїв, а також дослідження можливостей використання рівня значимості концептів щодо покращення показників процесу ВРФ.

### Література

1. Системи та пристрої реєстрації інформації / Є. М. Травніков, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський та інш. За загальн. ред. В. Б. Швайченко. - К.: Кафедра, 2013, -216 с.
2. Особенности восстановления аудиофрагментов носителей механической записи / А. П. Гребинь, Н. Ф. Левенец, В. Б. Швайченко, О. Шараджа // Наукові записки УНДІЗ. – 2014. – №4(32). – С. 62-67
3. Никамин В. А. Цифровая звукозапись. Технологии и стандарты / В. А. Никамин. – СПб.: НиТ, 2002. – 256 с.

### References

1. Systemy i ptystroj rejestratsij informatsiji [Systems and devices for information registration] / E. M. Travnikov, A. G. Vlasjuk, V. V. Pilinsky at all. A general edition V. B. Shvaichenko. - K.: Kafedra, 2013, -216 p.
2. Osobennosti vosstanovleniya zvukovykh fragmentov nositeley mekhanicheskoy zapisi [Features of restoration of audio fragments of carriers of a mechanical record] / A. P. Grebin, N. F. Levenets, V. B. Shvaichenko, O. Sharadjah // Naukovi zapyski UNDIIZ. – 2014. – №4 (32). – P. 62-67
3. Infologovoye (kontseptual'noye) modelirovaniye predmetnoj oblasti [Infologological (conceptual) modeling

4. Особенности реставрации и восстановления аудиосигналов, обусловленные спецификой носителя магнитной записи / А. П. Гребинь, Н. Ф. Левенец, В. Б. Швайченко, Д. М. Пробитый // Наукові записки УНДІЗ. – 2015 – №2(36). – С. 38-43
5. Тема 2. Инфологическое (концептуальное) моделирование предметной области. Режим доступа [http://aesa.kz:8073/books/%7B6E7571C8-844A-4B33-8F42-78C0C1763A9E%7D/Bazy\\_dannyh/umk/text/02t01.htm](http://aesa.kz:8073/books/%7B6E7571C8-844A-4B33-8F42-78C0C1763A9E%7D/Bazy_dannyh/umk/text/02t01.htm)
6. Згуровский М. З. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами / М. З. Згуровский, А. А. Павлов. – К. : Наукова думка, 2010. – 575 с.
7. Ларин В. Ю. Концепции профессионального проектирования приборов и систем: в 2-х томах. Книга 1. / В.Ю. Ларин, Е. Ю. Ларина, Я. А Савицкая и др. - К.: Кафедра, 2016. -468 с.
8. Боярский К. К. Концептуальные модели в базах знаний/ К.К. Боярский, Е. А. Каневский, Г.В. Лезин// Науч.-техн. вестник информационных технологий, механики и оптики. - №2, том 2, 2002. - С.57-62
9. Муромцев Д. И. Концептуальное моделирование знаний в системе Сmap Tools/ Д. И. Муромцев. - СПб: ГУ ИТМО, 2009. - 83 с.
10. Снетков Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов/ Н. Н. Снетков. - М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008. - 228 с.
- of the domain]. Access mode [http://aesa.kz:8073/books/%7B6E7571C8-844A-4B33-8F42-78C0C1763A9E%7D/Bazy\\_dannyh/umk/text/02t01.htm](http://aesa.kz:8073/books/%7B6E7571C8-844A-4B33-8F42-78C0C1763A9E%7D/Bazy_dannyh/umk/text/02t01.htm).
4. Larin V. Yu. B. Ю. Kontseptsii professionalnogo proektirovaniya priborov i system: [The concepts of professional design of devices and systems]: in 2 volumes. Book 1. / V. Yu. Larin, E. Yu. Larina, Ya. A Savitskaya at all. - K.: Kafedra, 2016. - 468 p.
5. Snetkov N. N. Imitatsyonnoe modelirovaniye ekonomicheskikh protsessov [Simulation of economic processes]. - M.: Izd. tsentr EAOI, 2008. - 228 p.
6. Zgurovsky M. Z. Prinyatiye resheniy v setevykh sistemakh s ogranichennymi resursami [Decision-making in network systems with limited resources] / M. Z. Zgurovsky, A. A. Pavlov. – K.: Naukova dumka, 2010. – 575 p.
7. Nikamin V. A. Tsifrovaya zvukozapis'. Tekhnologii i standarty [Digital sound recording. Technologies and standards ] / V. A. Nikamin. – SPb: NiT, 2002. – 256 p.
8. Особенности реставрации и восстановления аудиосигналов, обусловленные спецификой носителя магнитной записи / А. П. Grebin, N. F. Levenets, V. B. Shvaichenko, D. M. Probity // Naukovi zapyski UNDIZ. – 2015 – №2(36). – P. 38-43
9. Boyarsky K. K. Kontseptual'nyye modeli v baze znaniy [Conceptual models in knowledge bases]/ K. K. Boyarsky, E. A. Kanevsky, G. V. Lezin // Nauch.-tehn. vestnik informatsionnykh technologij, mehaniki i optiki. - №2, vol. 2, 2002. - P.57-62
10. Muromtsev D. I. Kontseptual'noye modelirovaniye znaniy v sisteme Smap Tools [Conceptual modeling of knowledge in the system Smap Tools]/ D.I. Muromtsev. - SPb: GU ITMO, 2009. - 83 p.

**LEVENETS NILA**

[nila.levenets@gmail.com](mailto:nila.levenets@gmail.com);

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kiev

**SHVAICHENKO VOLODYMYR**

[vbs2011@ukr.net](mailto:vbs2011@ukr.net);

ORCID:<https://orcid.org/0000-0001-9736-0800>;  
Kiev National University of Technologies & Design, Kiev

**GREBIN ALEXANDER**

[alexgstudio.2016@gmail.com](mailto:alexgstudio.2016@gmail.com);

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kiev

## МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПОВРЕЖДЕННЫХ НОСИТЕЛЕЙ

ШВАЙЧЕНКО В.Б.<sup>1</sup>, ГРЕБИНЬ А.П.<sup>2</sup>, ЛЕВЕНЕЦ Н.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Киевский национальный университет технологий и дизайна

<sup>2</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени  
Игоря Сикорского»

**Цель.** Повышение качества восстановленной информации в процессе реставрации и восстановления фонограмм.

**Методика.** Синтез системной модели на основе анализа процессов восстановления и реставрации фонограмм с носителей различного типа и компьютерной обработкой.

**Результаты.** Определены характеристики концептуальной модели процесса восстановления и реставрации фонограммы. Разработана структура системной модели процесса восстановления информации. Определено множество концептов и связи между концептами. Определена структура системы, моделирующей восстановление и реставрацию фонограмм.

**Научная новизна.** Предложена концептуальная модель процесса восстановления и реставрации. Обоснованно распределение артефактов за режимами воспроизведения и обработки фонограммы. Детализировано тип контента с особенностями влияния на состояние фонограммы.

**Практическая значимость.** Полученные решения являются основой методики проведения процесса восстановления и реставрации фонограмм по критерию качества звучания.

**Ключевые слова:** артефакты, звуковой контент, концептуальная модель, моделирование, фонограмма, шумы.

## MODEL OF THE PROCESS FOR RENOVATION OF INFORMATION ON HARMFUL PHONOGRAMS

SHVAICHENKO V. B.<sup>1</sup>, GREBIN A. A.<sup>2</sup>, LEVENETS N. F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University of Technologies and Design

<sup>2</sup>Kyiv National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv polytechnic Institute»

**Purpose.** Improving the quality of the restored information in the process of restoration and restoration of phonograms.

**Methodology.** Synthesis of the system model on the basis of analysis of the processes of restoration and restoration of phonograms from media of various types and computer processing.

**Findings.** The characteristics of the conceptual model of the restoration and restoration of the phonogram are determined. The structure of the system model of the information recovery process is developed. A lot of concepts and connections between concepts are defined. The structure of the system modeling restoration and restoration of phonograms is defined.

**Originality.** A conceptual model of the restoration and restoration process is proposed. The distribution of artifacts over the playback and processing modes of a phonogram is justified. Details of the type of content with features of the effect on the state of the phonogram.

**Practical value.** The solutions obtained are the basis of the methodology for carrying out the process of restoration and restoration of phonograms by the criterion of sound quality.

**Keywords:** acts, sound content, conceptual model, modeling, phonogram, noise.