

УДК 004.056.55 (043.3)

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ У ЦИФРОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ

В. І. Сабат, О. О. Богоніс

Національний Університет «Львівська Політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

В статті запропоновано інформаційну технологію розроблення алгоритму впровадження цифрових водяних знаків у цифрове середовище з метою захисту авторських прав на електронне видання. Вирішення цієї задачі дасть змогу провести аналіз параметрів цифрового інформаційного середовища за допомогою яких стане можливим розмістити у них невидимих для людського ока маркерів цифрового водяного знаку. Такий підхід до розв'язання проблем захисту авторських прав на електронні видання та твори дозволяє виявляти у них ідентифікатори авторського права, нелегальне розповсюдження електронних видань за допомогою систем моніторингу і створювати засоби протидії нелегальному розповсюдженню електронної продукції, яка підлягає захисту авторських прав.

Для розв'язання проблем розміщення цифрових водяних знаків з метою авторизації електронних видань, розроблена інформаційна технологія у вигляді функціональної схеми алгоритму вибору фрагментів в цифровому середовищі для графічних образів, що дозволяє контролювати параметри цифрового середовища і впроваджувати у нього невидимі цифрові водяні знаки.

Ключові слова: захист авторських прав, цифрові водяні знаки, цифрове інформаційне середовище, ієрархічна система управління, інформаційна технологія.

Постановка проблеми. В епоху стрімкого розвитку інформаційних технологій і поширення мережними засобами електронних видань та творів все більш набирає актуальності проблема дотримання і забезпечення авторських прав на цифрові інтелектуальні твори. у порівнянні з традиційними паперовими виданнями, наклад яких обмежувався і обумовлювався видавництвом та автором твору і для їхнього нелегального поширення необхідно було друкувати додатковий тираж, що вимагало певних затрат від порушників авторського права, електронні видання не мають таких обмежень. Натомість при попаданні такого електронного видання у незахищені глобальні мережі, такі як Інтернет, електронні видання стають доступними усім бажаючим користувачам мережі. Це створює великі проблеми для тих, хто займається легальним розповсюдженням електронних видань, цифрових творів, програмного забезпечення тощо, бо порушується основна вимога розвитку і функціонування ринку — за кожну виконану роботу необхідно платити певні

кошти. Це можна пояснити наступним чином: якщо автор цифрового твору не отримує від своєї інтелектуальної праці певний гонорар, то він втрачає мотивацію в подальшому будь-що творити і викладати це у мережу Інтернет, якщо видавництво вкладе у електронний продукт певні кошти і витрати, то воно старатиметься отримати з цього якийсь прибуток для свого подальшого функціонування і розвитку, якщо користувач купляє електронний продукт у відомих розробників і авторів, то він сподівається отримати від цього також певну користь і може ставити вимоги щодо його якості виробникам електронного видання та авторам цифрового контенту. Отже нелегальне розповсюдження електронних видань руйнує цю логічну послідовність взаємозалежних подій розвитку ринку електронної продукції.

Розв'язання проблем такого класу вимагає для кожного типу електронного видання формування комплексу захисних методів і проведення декомпозиції проблем на предметно-орієнтовані складові для вирішення наступних задач:

- виявлення основних параметрів цифрового інформаційного середовища (ЦІС) з метою подальшого впровадження у його фрагменти невидимих цифрових водяних знаків (ЦВЗ);
- оцінки структури ЦІС після введення в нього ЦВЗ, з врахуванням того, що цифрові водяні знаки не повинні руйнувати цілісність цифрового твору і мають бути невидимими для людського ока;
- проведення фізико-статистичного аналізу факторів впливу, збурень та загроз на ЦІС і стійкості цифрових водяних знаків до вказаних загроз;
- визначення оптимальної кількості одиниць ЦВЗ для ЦІС, які б адекватно могли ідентифікувати його на предмет авторства;
- розроблення інформаційної технології впровадження ЦВЗ у електронне видання з подальшою можливістю його виявлення та ідентифікації авторства;
- розроблення моделей та інформаційних технологій моніторингу електронних видань на ринку цифрової продукції та в мережі Інтернет;
- ідентифікації нелегальних порушників закону про авторське право, розповсюджувачів нелегальних авторських видань;
- прийняття відповідних каральних заходів згідно з законом про авторське право до його порушників для подальшого унеможливлення таких протиправних дій щодо авторів інтелектуального продукту.

Комплекс вирішення вищевказаних проблем в деякій мірі може понизити рівень порушень авторського права та піратства зловмисниками програмного забезпечення, але ці запобіжні дії можливі лише із залученням відповідних державних структур, які мають слідкувати за дотримання авторського права [1]. У цій статті пропонуються лише вирішення проблем з розробки засобів ідентифікації авторства на електронну продукцію.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відповідно до вищевказаних задач проведемо аналіз літературних джерел за останній період, які відображають стан проблеми захисту авторських прав на електронні видання в умовах загроз і атак.

Методи та засоби захисту авторських прав для растрових зображень розглянуті в науковій праці [2]. Стеганографічні та криптографічні алгоритми захисту

растрових зображень та цінних документів, відповідно, наведені у наукових монографіях [3, 4].

Методи захисту векторних зображень та електронних видань, які містять векторні зображення, за допомогою впровадження у них цифрових водяних знаків, що розглянуто у монографії [5].

Захист електронних мультимедійних видань з впровадженням у них цифрових водяних знаків наведено у статті зарубіжних авторів [6], де також аналізуються різних типів атак на мультимедійні видання. У статті [7] описано та порівняно механізмів впровадження маркувань у цифрове інформаційне середовище для текстових документів та описані механізми декодування позначок після того, як документи зазнали певних модифікацій. Наведена технологія за допомогою якої стає можливим видавцю визначити особу одержувача, який незаконно розповсюдив документ, не порушуючи конфіденційність осіб, дотримуються авторського права.

Але надалі актуальною проблемою є визначення методів та алгоритмів розміщення цифрового водяного знаку у цифрове інформаційне середовище. Це насамперед пов'язано з тим, що для кожного окремого твору в електронному вигляді необхідно визначати основні параметри, що дозволяють оптимально розмістити цифровий водяний знак у вибраний фрагмент, або фрагменти електронного видання з подальшою можливістю виявлення цифрового знаку та його ідентифікації з видавцем чи автором цифрового продукту.

Мета дослідження – обґрунтувати і розробити інформаційну технологію на основі алгоритму впровадження цифрових водяних знаків у цифрове інформаційне середовище.

Задачі дослідження: для вирішення поставленої в роботі мети необхідно розв'язати наступні задачі:

1. Провести аналіз основних параметрів цифрового інформаційного середовища, на основі яких можна було б впроваджувати у електронне видавництво, яке потребує захисту авторського права, цифровий водяний знак;
2. Розробити алгоритм вибору траєкторії розміщення цифрового водяного знаку в цифрове середовище;
3. Запропонувати інформаційну технологію на основі функціональної схеми алгоритму впровадження цифрового водяного знаку у цифрове середовище і описати основні її функціональні блоки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основою для розробки алгоритмів вибору місця розміщення ЦВЗ є вимоги до основних характеристик та параметрів ЦВЗ. Ці вимоги уточнюються на основі експериментальних досліджень, що стосуються безпосередньо процесу використання цифрових продуктів. В результаті цих експериментів визначаються числові параметри границь, які ці вимоги конкретизують. Для забезпечення виконання вимог, крім вибору способу впровадження елементів ЦВЗ, необхідно реалізувати такий алгоритм вибору місця впровадження, який би не допускав дискредитації способу вбудовування окремого елемента ЦВЗ.

Для різних типів цифрових середовищ, процес використання цифрового твору є різним, а алгоритми безпосереднього впровадження елементів ЦВЗ є в найменшій мірі залежними від способу використання інформації з цифрового середовища, то основною проблемою, яка повинна розв'язуватися алгоритмами розміщення ЦВЗ, є узгодження вимог до розміщення елементів ЦВЗ з методами, або способами безпосереднього вбудовування елементів ЦВЗ в цифрове середовище. Окрім того програма розміщення, що здійснює аналіз вимог до ЦВЗ та здійснює аналіз особливостей кожного конкретного цифрового середовища, визначає спосіб реалізації процесу впровадження елементів ЦВЗ в кожному окремому місці середовища. Цей спосіб стосується вибору кількості окремих елементарних одиниць компоненти ЦВЗ, які можуть бути впроваджені в конкретне місце та стосується вибору методу відображення значення однієї окремої компоненти в цифровому середовищі. Зазвичай такими компонентами є окремі біти, тому шкала їх значень мінімальна.

Способів впровадження окремого біту у вибрану точку цифрового середовища існує значно більше ніж існуюча кількість значень, які може приймати окремий елемент і тому алгоритм вибору місця впровадження повинен визначати не тільки фізичне місце в цифровому середовищі, але й спосіб представлення цього середовища і, відповідно, окремого місця впровадження. Цифрове середовище в залежності від семантичного значення самої інформації, яку воно містить, може перетворюватися у різні форми представлення. Та чи інша форма представлення залежить від вибору простору, в який переноситься первинне представлення цифрового середовища. Таким простором, на відміну від простору, в якому координатами є амплітуда і час, може бути простір, координатами якого є частота і час, або частота і амплітуда, які відомі, як амплітудно-частотні характеристики тощо. Оскільки, різні алгоритми вибору місця розміщення ЦВЗ, або алгоритми побудови траєкторії розміщення ЦВЗ в цифровому середовищі, використовуються для різних типів середовищ, то побудуємо для кожного з типів цифрових середовищ окремий алгоритм побудови траєкторії розміщення ЦВЗ в ЦИС.

Відповідно для вирішення вищевказаних задач розроблено інформаційну технологію вибору алгоритму захисту на основі ЦВЗ (рис. 1).

Розглянемо алгоритм вибору траєкторії розміщення ЦВЗ в цифровому середовищі графічних образів.

На рис. 2 наведена інформаційна технологія функціональної схеми алгоритму вибору фрагментів ЦИС для розміщення в ньому ЦВЗ.

На рисунку прийняті наступні скорочення:

- FP – формування параметрів;
- $GP(P_i)$ – побудова градієнтного поля параметру P_i ;
- m_n – міра невидимості ЦВЗ;
- m – граничне значення міри невидимості;
- PO – попередня оцінка середовища;
- VC – довжина ЦВЗ;
- VS – довжина цифрового середовища;

- FK_i – формування окремих контейнерів в цифровому середовищі;
- SK_A – структура критеріїв авторської оригінальності;
- SK_o – структура контейнерів;
- S_A – параметри структури критеріїв авторської оригінальності;
- S_K – параметри структури контейнерів в цифровому середовищі твору;
- PVP – програма впровадження ЦВЗ;
- MK_o – модифікація структури контейнерів;
- AZ – програма аварійного завершення.

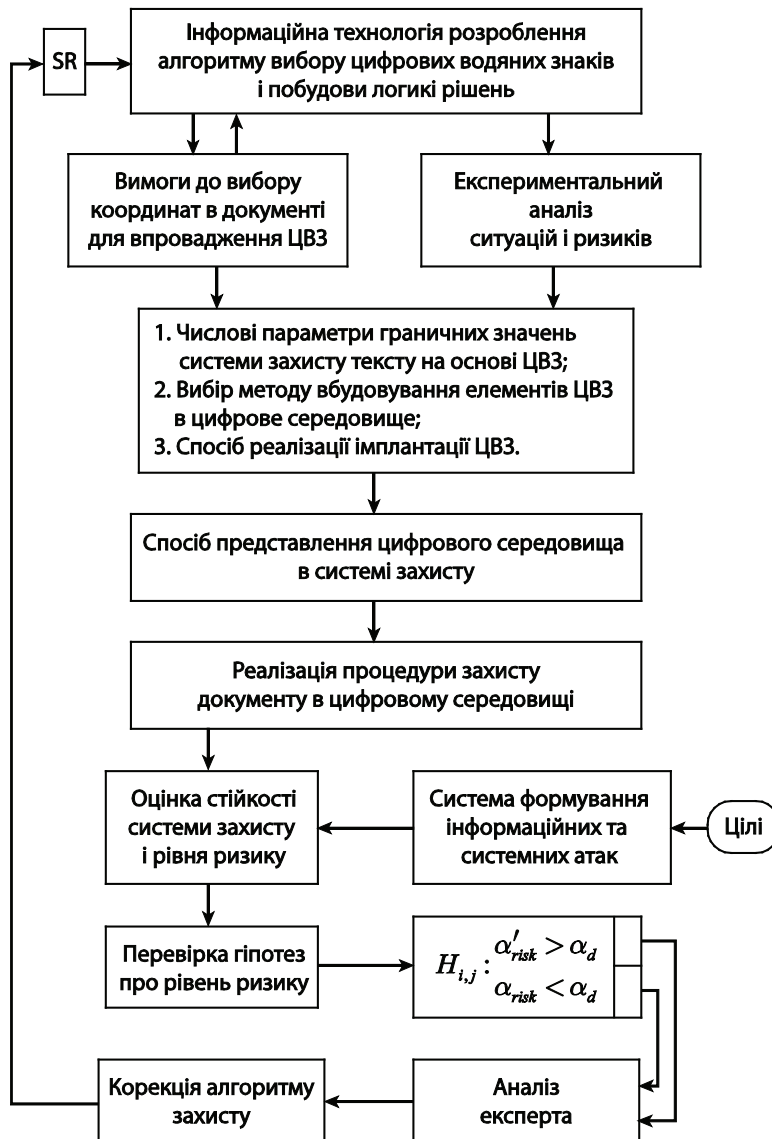


Рис. 1. Інформаційна технологія розробки алгоритму вибору цифрових водяних знаків в системі захисту авторських прав на основі ЦВЗ

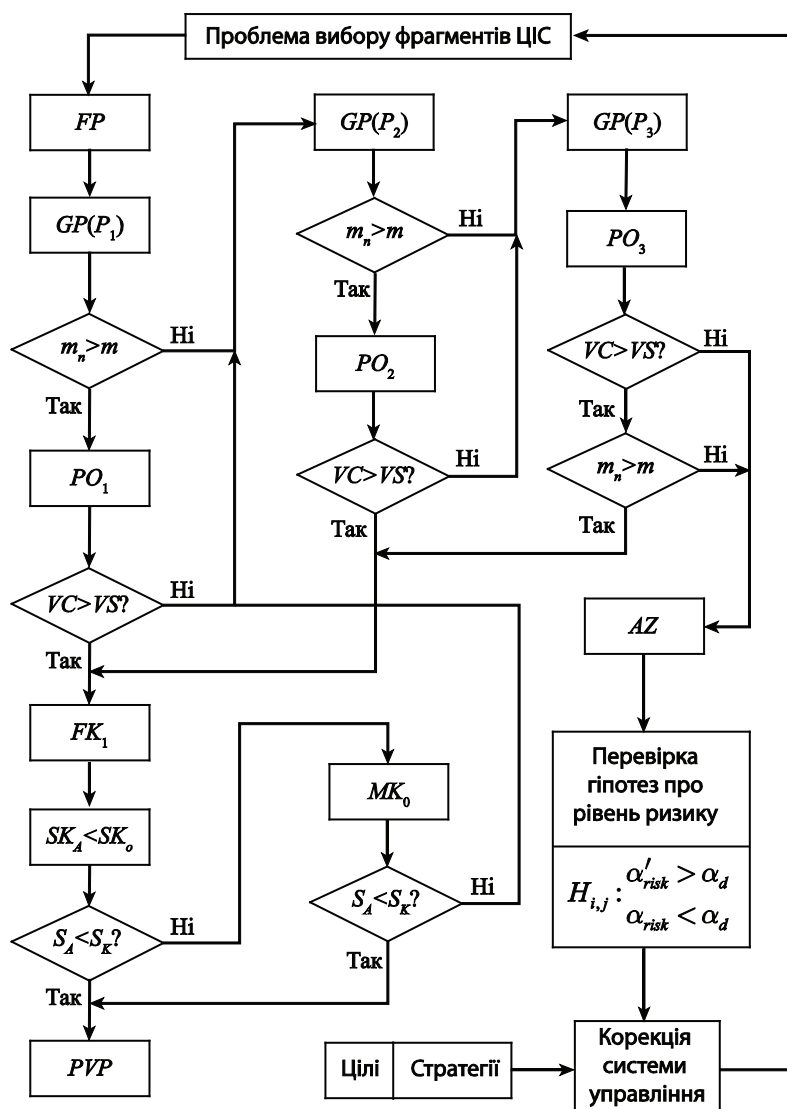


Рис. 2. Інформаційна технологія функціональної схеми алгоритму вибору фрагментів в цифровому середовищі для графічних образів

Розглянемо принцип функціонування алгоритму побудови траєкторії розміщення ЦВЗ у цифровому середовищі електронного твору з графічними образами. Насамперед необхідно проаналізувати параметри, які характеризують цифрове середовище. Цей аналіз відбувається на основі даних, отриманих в результаті роботи системи розпізнавання твору, яка і оцінює параметри цифрового середовища. На основі проведених оцінок системи розпізнавання твору формує характерні для нього параметри. У випадку графічних образів до таких параметрів можна віднести:

- міру контрастності образу (α_k);
- модель формування кольору (α_c);
- спосіб формування графічного образу (α_m);
- насиченість графічними компонентами (α_n);
- особливості образу (α_o) та інші.

На основі оцінки вибраних параметрів у блоці *FP* реалізується вибір базового параметра для побудови градієнтного поля. В блоці *GP(P)* вибирається метод формування градієнтного поля. Середовище базових параметрів, на основі яких може будуватися градієнтне поле, формує параметри, які не можуть інтегруватись, як неперервні в цифровому середовищі (в даному випадку мова йде про псевдо-неперервність), то поняття про градієнтне поле в рамках вказаного алгоритму потребує певного уточнення.

Графічне поле, що формується в результаті функціонування алгоритму побудови траєкторії розміщення (*АТР*), представляє ієрархічну структуру, яка складається з кількох рівнів. Кількість рівнів в ієрархічній структурі графічного поля залежить від того, який параметри вибрано в якості критичного. Якщо в якості критичного параметра, наприклад, вибрано параметр насиченості графічними компонентами α_n , то передусім образ необхідно розділити на фрагменти з різною насиченістю графічних компонентів. Можна вважати це деякими графічними перетвореннями, оскільки існує параметр α_n , в залежності від значень якого виділяються певні області в цифровому середовищі. Такий розподіл цифрового середовища відображає графічне поле на найвищому рівні графічної структури.

Якщо мова йде про такі параметри як тип образу, то в цьому випадку можна говорити про деякий прототип графічного розподілу. Тип образу, в цьому випадку, буде означати його об'ємність. В рамках одного образу може існувати цілий ряд об'єктів міра відображення об'ємності яких є різною. В одному випадку об'ємність створюється тінювими компонентами, для іншого випадку об'ємність створюється проєкційними ефектами, які використовують перспективне відображення компонент об'єкту, або об'ємність створюється за рахунок відображення зв'язків між окремими об'єктами образу тощо.

Міра об'ємності може бути різною і вона залежить від значень параметрів тих ефектів, які використовуються для створення компонент об'ємності. Вказаний параметр для нашого випадку є важливим, бо при великій мірі об'ємності компоненти, що використовуються для її створення є більші, а це дозволяє певним чином організувати розміщення в таких фрагментах компоненти ЦВЗ. Розподіл цифрового середовища за параметром α_m також у певному сенсі можна вважати градієнтом відображення цифрового середовища.

На наступному рівні ієрархії використовується параметр, що характеризує образ. Таким параметром, наприклад, може бути міра контрастності α_k , якщо першим параметром був параметр α_n . У цьому випадку графічне поле $\delta f_i / \delta \alpha_k$ будується в рамках окремого фрагменту, який був виділений на основі побудови градієнтного поля за компонентами α_n . Отже, на другому рівні ієрархії графічного відображення цифрового середовища існують або формується цілий ряд окремих графічних

полів, в кожному окремому фрагменті. Очевидно, що кількість ієрархічних рівнів графічного поля цифрового середовища не може бути більше ніж кількість параметрів, що характеризують відповідний графічний образ. Вищенаведений перелік параметрів може бути в процесі експлуатації алгоритму *АТР* розширений. Всі параметри, що на цей момент використовуються та опис різних класів образів за цими параметрами збирається і обробляється в рамках інформаційної моделі, що обслуговує функціонування всієї системи впровадження *ЦВЗ* в цифрове середовище.

На наступному кроці перевіряються можливості графічного поля скрито розмістити елементи. Ця перевірка здійснюється таким чином. В інформаційній моделі (*ІМ*) знаходиться масив констант m_p , які в залежності від типу цифрового інформаційного середовища за кожним із параметрів визначають допустиму міру видимості чи міру невидимості *ЦВЗ* у *ЦІС*. Вказані константи в процесі роботи системи можуть модифікуватися, або їх кількість може збільшуватись в залежності від появи нових параметрів, або в залежності від використання нових комбінацій параметрів α_i . На початку, ці константи визначаються експериментально.

Міра невидимості m_n для певного конкретного випадку визначається наступним чином. В рамках моделі системи формується типовий фрагмент образу, який вибирається з ієрархічної системи градієнтів, або формується на основі аналізу цієї системи. Величина поточної міри невидимості визначається на основі впровадження змін, або модифікації елемента, в який вбудовуються цифровий знак. Змінене значення параметра цифрового середовища вимірюється і порівнюється з допустимими значеннями. Величина m_n вибирається максимально можливою і в процесі експерименту зменшується до тієї величини, яка задовольняє допустимій умові. Якщо величина $m_n = \min m_n$, яка може використовуватись в цьому випадку, а умова $m_n > t$ не використовується то в якості базового параметра вибирається параметр P_{i+1} , управління передається на блок $GP(P_{i+1})$ і описана вище процедура повторюється. Ситуація, коли може мати місце $(m_n = \min m_n) \& (m_n < t)$ виникає тоді, коли α_i , для якого проводиться визначення m_n , є більш загальним. Наприклад, при $\alpha_i = \alpha_m$ зміни у фрагменті образу, що проводяться на рівні, якому відповідає ціла компонента, можуть бути помітними. В цьому випадку, алгоритм переходить до α_{i+1} , який є уточненням α_m і перевірка можливості існування ситуації, коли $m_n < t$ повторюється.

Інший приклад, який ілюструє використання α_n може полягати у створенні скритого рисунку, що є можливим при високому значенні параметра графічної насиченості. У цьому випадку можна не використовувати більш детальний параметр, якщо проблема запису *ЦВЗ* у такій формі на семантичному рівні розв'язується.

На наступному етапі реалізується попередній аналіз цифрового середовища та *ЦВЗ*. Як вже зазначалось, будь яке *ЦІС* має обмежену довжину, яка може або не може розміщувати *ЦВЗ* довжиною $L(C)$. Оскільки траєкторія *ЦВЗ* розміщується у *ЦІС*, то цифрове інформаційне середовище можна представити у вигляді деякої послідовності елементів *ЦВЗ*. Тому можна говорити про довжину *ЦІС*, або $L(S)$.

Для зручності, величину ЦІС охарактеризуємо об'ємом, або $V(S)=L(S)$. Перевірка умови $V(C)<V(S)$ є тривіальною. Формування $V(S)$ являє собою задачу, яка на певному етапі може бути розв'язана. Можливий спосіб розв'язку цієї проблеми уже розглядався і полягає у відшукуванні Гамільтонового ланцюга на повному графі зі скінченною кількістю вершин.

На наступному кроці здійснюється перевірка умови $V(C)<V(S)$. Якщо ЦВЗ не поміщається у ЦІС, то алгоритм переходить на наступний параметр α_{i+1} . Якщо ж ЦВЗ розміщується на траєкторії $V(S)$, то формується структура контейнерів K_i . Необхідність цієї операції обумовлюється наступними обставинами. По перше, може існувати структура критеріїв авторської оригінальності, яка визначає для різних фрагментів твору необхідність різних мір захисту. По друге, в межах захищеного твору повинно розміщуватися порівняно велика кількість ЦВЗ. Це обумовлюється тим, що при впровадженні одного ЦВЗ таким чином, щоб він розміщувався протягом усього твору недопустимо, оскільки спотворення одного фрагменту твору, можливо не значного, може призвести до дискредитації всього цифрового знаку і тоді можливість доведення авторських прав виявиться неможливою. Тому в рамках одного контейнера K_i , яким є усе цифрове інформаційне середовище, формується система контейнерів, які утворюють певну структуру, і в кожен з яких вводяться або однакові ЦВЗ, або ЦВЗ, що забезпечують різний рівень захисту авторських прав.

Коли мова йде про те, що різні варіанти ЦВЗ забезпечують різні рівні авторських прав, то це не означає, що ЦВЗ з нижчим рівнем авторських прав може бути легше виведений з ЦІС, а ЦВЗ з вищим рівнем захисту авторських прав видобути складніше. Всі ЦВЗ, які розміщені у ЦІС, незалежно від рівня авторських прав на окремий фрагмент, повинні відповідати вимогам, що виставляються до ЦВЗ. Тільки зміст кожного окремого ЦВЗ визначає рівень авторської оригінальності окремого фрагмента і, відповідно, міру захисту цього фрагмента. Якщо в рамках вимог до впровадження в ЦІС сформовано структуру критеріїв авторської оригінальності, то необхідно цю структуру узгодити з отриманою на попередньому етапі структурою контейнерів $K_i \in K$. Очевидно, що таке узгодження насамперед полягає у виборі критеріїв у різних середовищах (C_i), що відрізняється між собою і інформацією, яка повинна знаходитися в тому чи іншому C_i . В даному випадку, для спрощення роботи алгоритму АТР цифрові знаки C_i , що відповідають різним рівням захисту авторських прав, формуються таким чином, щоб розміри їх були однаковими. Якщо деякий фрагмент ЦІС вимагає рівня захисту, що забезпечується цифровим знаком C_i , то цей цифровий знак розміщується у всі контейнери цього фрагменту. Завдяки використанню таких параметрів, як α_m і особливо α_o вдається досягнути того, що різні фрагменти виділені на основі параметрів α_i співпадають з різними фрагментами міри авторської оригінальності. Якщо трапляються випадки, коли структуру критеріїв, або фрагментів авторської оригінальності не вдається узгодити з структурою контейнерів K_i , то управління передається в блок модифікації структури контейнерів. Така модифікація не стосується змін окремих контейнерів, а полягає у визначенні окремих контейнерів в одному фрагменті, в які будуть впроваджуватися ЦВЗ різних типів.

Очевидно, що однією з умов впровадження ЦВЗ різних типів в ЦІС електронного твору є те, що кількість контейнерів в кожному фрагменті і в ЦІС в цілому повинна бути не менша кількості типів ЦВЗ, які необхідно розмістити в ЦІС. Це перевіряється шляхом контролю умови ($S_A < S_K$). Якщо ця умова не виконується, то необхідно переходити до наступного параметра α_i . Після успішного завершення цього алгоритму, управління передається програмі впровадження цифрових знаків у цифрове середовище. Якщо алгоритм вивів неможливість реалізації процедури впровадження ЦВЗ в цифрове інформаційне середовище, то управління передається на аварійне закінчення роботи інформаційної технології, що реалізує алгоритм АТР.

У випадку аварійного закінчення, управління передається в інформаційну модель. В рамках цієї моделі реалізується алгоритм аналізу системи параметрів, що вибирається для опису ЦІС, проводиться додатковий аналіз типу цифрового твору, на основі якого можуть бути сформовані нові параметри, що можуть використовуватися для впровадження ЦВЗ в ЦІС та використовуються інші дії пов'язані з виявленням причин аварійного закінчення роботи алгоритму АТР.

Вищеописані процедури використовуються в рамках функцій діалогу з користувачем, який реалізує впровадження ЦВЗ в цифрове середовище.

Робота програми АТР, в даному випадку, розглядалась на прикладі впровадження ЦВЗ у ЦІС, що містить графічний образ. Розглянемо особливості і відмінності реалізації цього алгоритму, при впровадженні ЦВЗ в середовище іншого типу, наприклад, в звукове середовище. Першою принциповою відмінністю звукового цифрового середовища являється досить суттєва відмінність його від параметрів, що описують відповідний твір. Прикладом таких параметрів можуть бути наступні параметри:

- амплітуда сили звуку ($\alpha_a = \varphi_a(t)$);
- частота звуку ($\alpha_f = \varphi_f(t)$);
- образи гармонічної складової звуку ($\alpha_s = \varphi_s(t)$);
- ритм мелодії ($\alpha_r = \varphi_r(t)$);
- спектральне забарвлення мелодії ($\alpha_z = \varphi_z(t)$) та інші.

Аналіз музичного твору здійснюється на основі поняття про його структуру, про його характер та спосіб виконання. Крім того, аналізуються особливості твору, які не мають безпосереднього відношення до теорії музики. До таких особливостей відносяться наступні фактори:

- призначення музичного твору;
- розмір твору з точки зору часу його виконання;
- необхідні технічні засоби для відтворення конкретного музичного твору;
- спосіб поширення музичного твору та об'єми тиражування відповідного цифрового продукту;
- вимоги до параметрів, що характеризують використання відповідного твору споживачами.

Перша група параметрів, що характеризує якість твору з точки зору теорії музики не потребують особливого обґрунтування необхідності їх аналізу при розв'язуванні задач впровадження ЦВЗ у відповідне цифрове середовище.

Друга група параметрів потребує деяких коментарів, оскільки ці параметри мають відношення не до самого твору, а до середовища в якому ці твори можуть існувати, або використовуватись. Необхідність розрахунку таких параметрів зумовлюється тим, що сам цифровий знак, як певна компонента твору, передусім призначається не для впливу на сам твір з точки зору зміни параметрів твору, а для зовнішнього середовища, в якому музичний твір буде використовуватись. В подальшому можна говорити про те, як музичний твір у цифровій формі буде функціонувати.

Розглянемо перший додатковий параметр. Через свою особливість, музичні твори мають різні сфери призначення, це насамперед визначається характером музичного твору та взагалі ціллю його створення. Можна виділити такі типи призначення музичних творів:

- музичні твори, для використання в кінофільмах чи для використання при створенні інших творів, наприклад постановок, що ґрунтуються на певній музиці (опери, оперети, мюзикли та інше);
- музичні твори для індивідуального використання;
- музичні твори, що орієнтовані на відтворення одним виконавцем, одним інструментом, або тільки групою виконавців, чи групою інструментів, починаючи від камерних оркестрів і закінчуючи симфонічними оркестрами тощо.

Необхідність використання вищенаведених параметрів, при реалізації засобів захисту авторських прав, є очевидною, оскільки, якщо автор претендує тільки на використання цих творів в кінофільмах чи виставах, то використання їх не в межах цих структур може потребувати від нового автора чи виконавця власної інтерпретації цього твору, певних змін, що призводить до його розвитку і збагачення оригінального варіанту виконання твору. А це може бути предметом нових авторських прав інших фахівців, які до цього процесу долучились.

Розмір музичного твору в більшій мірі є дещо технічним параметром, але в багатьох випадках він допускає і творчу інтерпретацію. Наприклад, існують музичні твори, в яких одна музична тема повторюється певну кількість разів, можливо в різних варіантах виконання і ця тема є єдиною для цього твору. В цьому випадку, час виконання твору визначає кількість повторів цієї теми і тому виникає питання, якщо деякий користувач продовжить цей твір додавши власні варіанти виконання додаткового повторення цих тем, то чи можна говорити про появу нового предмету авторських прав, чи авторські права повинні залишатися першому автору, незалежно від такого розширення інтерпретації твору.

Параметр, що характеризує необхідні технічні засоби для відтворення твору є досить важливими, оскільки від них залежить якість відтворення твору. Якщо ж якість відтворення твору буде нижчою від рівня, що вимагається, і в такій формі цей твір буде тиражуватися, то невідомо чи авторські права на неякісне відтворення твору є сенс захищати тощо.

Висновок. Для розміщення цифрового водяного знаку у цифрове інформаційне середовище, яке підлягає захисту авторських прав, насамперед необхідно виявити основні параметри, що характеризують це середовище. Комплекс виявлених

параметрів дозволяє в подальшому виробити стратегію впровадження цифрового водяного знаку і способи його зчитування для ідентифікації авторства видання. Таким чином розв'язується основна проблема захисту авторських прав на електронний інтелектуальний продукт, що в подальшому буде використовуватись іншими системами виявлення способів поширення нелегального продукту в мережі або на ринку електронних видань.

Через певні особливості мультимедійних видань, які містять різний контент, наприклад, текстовий матеріал, відео, аудіо та анімацію, для таких видань розміщення ЦВЗ викликає певні труднощі, але якщо проаналізувати відповідні цифрові середовища, то можна також визначити фрагменти для різних типів мультимедійного контенту, що дозволяє впроваджувати в нього декілька ЦВЗ з різним ступенем складності та їх захисту.

Описана в роботі інформаційна технологія як для цифрового середовища графічних образів так і для музичних творів демонструє, що це можна зробити і використовувати як засіб ідентифікації авторства та захисту від нелегального поширення електронних видань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про авторське право і суміжні права». Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, №57, ст. 166. Посилання на електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20#Text>.
2. Рубан І. В., Бологова Н. М., Мартовицький В. О. Інформаційна технологія підтвердження права власності на цифрові зображення. Сучасні інформаційні системи. 2022. Т. 6. № 1. С. 118–123.
3. Дурняк Б. В., Сабат В. І., Пашкевич В. З., Тимченко О. В. Інформаційна технологія формування графічних засобів захисту документів. Монографія. Л. : УАД, 2011. 152 с.
4. Дурняк Б. В., Сабат В. І., Музика Д. В. Стеганографічні методи захисту документів. Монографія. Л. : УАД, 2013. 160 с.
5. Карпінець В. В., Яремчук Ю. Є. Методи захисту векторних зображень цифровими водяними знаками. Монографія. Вінниця : ВНТУ, 2013. 156 с.
6. Hiba Al-khafaji, B.A. Al-Himyari, N. F. Hussain. Techniques for Digital Watermarking in Images: A Review. Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences. 2024. Vol. 32. no. 1. Pp. 93–107; doi: 10.29196/ycdrt588.
7. Maxemchuk N. F., Brassil Jask T., Stewen Low. Copyright protection for the electronic distribution of text documents. Proceedings of the IEEE. 1999. Vol. 87. Pp. 1181–1196. doi: 10.1109/5.771071.

REFERENCES

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2023). Law of Ukraine «On copyright and related rights», No. 2811-IX. Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2023(57), Art. 166. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20#Text>.
2. Ruban, I. V., Bologova, N. M., & Martovytskyi, V. O. (2022). Information technology for confirming ownership rights to digital images. Modern Information Systems, 6(1), 118–123.

3. Durniak, B. V., Sabat, V. I., Pashkevych, V. Z., & Tymchenko, O. V. (2011). Information technology for the development of graphic protection tools for documents (Monograph). Lviv: Ukrainian Academy of Printing.
4. Durniak, B. V., Sabat, V. I., & Muzyka, D. V. (2013). Steganographic methods for document protection (Monograph). Lviv: Ukrainian Academy of Printing.
5. Karpinets, V. V., & Yaremchuk, Y. Ye. (2013). Methods of protecting vector images using digital watermarks (Monograph). Vinnytsia: Vinnytsia National Technical University.
6. Al-khafaji, H., Al-Himyari, B. A., & Hussain, N. F. (2024). Techniques for digital watermarking in images: A review. *Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences*, 32(1), 93–107. <https://doi.org/10.29196/ycdrt588>.
7. Maxemchuk, N. F., Brassil, J. T., & Low, S. (1999). Copyright protection for the electronic distribution of text documents. *Proceedings of the IEEE*, 87(7), 1181–1196. <https://doi.org/10.1109/5.771071>.

doi: 10.32403/1998-6912-2025-1-70-21-34

INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR EMBEDDING DIGITAL WATERMARKS INTO DIGITAL MEDIA

V. I. Sabat, O. O. Bohonis

*Lviv Polytechnic National University,
12, Stepana Bandery St, Lviv, 79013, Ukraine
volodymyr.i.sabat@lpnu.ua, oleksandr.o.bohonis@lpnu.ua*

This paper presents an information technology framework for the development of an algorithm for embedding digital watermarks into a digital environment with the aim of protecting copyright in electronic publications. Solving this problem enables the analysis of parameters within the digital information environment that allow the integration of invisible watermark markers, imperceptible to the human eye. This approach to addressing copyright protection issues in electronic publications and creative works facilitates the detection of copyright identifiers and illegal distribution through monitoring systems, as well as the development of countermeasures against unauthorized dissemination of protected digital content.

To address the issue of embedding digital watermarks for the purpose of authorizing electronic publications, an information technology solution is proposed in the form of a functional algorithmic model. This model enables the selection of fragments in the digital environment suitable for embedding graphical elements, allowing for control of environmental parameters and the insertion of imperceptible digital watermarks.

To embed a digital watermark into a digital information environment subject to copyright protection, it is first necessary to identify the key parameters that characterize this environment. The set of detected parameters subsequently enables the development

of a strategy for watermark embedding, as well as methods for its extraction to identify the authorship of the publication. This approach addresses the core challenge of protecting copyright for electronic intellectual products, which can later be utilized by other systems to detect the distribution of illegal content across digital networks or electronic publishing markets.

The information technology described in this paper, applicable to both digital graphic environments and musical works, demonstrates the feasibility of using digital watermarking as a tool for authorship identification and protection against unauthorized distribution of electronic publications.

Keywords: *copyright protection, digital watermarking, digital information environment, hierarchical control system, information technology.*

Стаття надійшла до редакції 07.06.2025.

Received 07.06.2025.