

## ЦИФРОВЕ ВОДЯНЕ МАРКУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ ВІДЕОКОНТЕНТУ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО КОПІЮВАННЯ

Кібірев Д.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Поширення стрімінгових сервісів, соціальних мереж і онлайн-платформ призвело до стрімкого зростання обсягів відеоконтенту. Водночас актуальною проблемою залишається його несанкціоноване копіювання та розповсюдження. Навіть за наявності шифрування або обмеження доступу, після перегляду відео користувач може легко його записати або зберегти.

Тому зростає потреба у таких методах захисту, які дають змогу не лише контролювати доступ, а й встановлювати походження відео після його копіювання. Одним із найбільш ефективних підходів у цьому напрямі є цифрове водяне маркування, що широко використовується для захисту авторських прав [1]. Окрім захисту авторських прав, водяне маркування відіграє важливу роль у задачах автентифікації цифрового контенту та забезпечення довіри до мультимедійних даних [2].

**Метою доповіді** є дослідження принципів цифрового водяного маркування та аналіз його можливостей як ефективного засобу захисту відеоконтенту від несанкціонованого копіювання з урахуванням сучасних умов обробки мультимедійних даних.

Цифрове водяне маркування ґрунтується на ідеї вбудовування додаткової інформації безпосередньо у відеоконтент. Ця інформація не сприймається користувачем під час перегляду, але може бути виявлена за допомогою спеціальних алгоритмів. Фактично відео отримує прихований «ідентифікатор», який пов'язує його з власником або джерелом розповсюдження. Такий підхід дозволяє також виявляти несанкціоновані зміни контенту та використовувати його у цифровій експертизі [1].

Особливість такого підходу полягає в тому, що водяний знак не є окремим файлом або метаданими, які легко видалити, а інтегрується у саму структуру відео. Для цього змінюються окремі характеристики зображення, наприклад значення пікселів або коефіцієнти після математичних перетворень. Завдяки цьому навіть після стиснення, зміни якості чи інших типових операцій обробки відео водяний знак може зберігатися.

Методи цифрового водяного маркування можуть відрізнятися за різними ознаками, що дозволяє класифікувати їх залежно від поставлених завдань. Зокрема, за способом сприйняття розрізняють видимі та невидимі водяні знаки: перші безпосередньо відображаються у відео у вигляді логотипів або написів, тоді як другі залишаються непомітними для користувача. За рівнем стійкості водяні знаки можуть бути робастними або крихкими. Крім того, важливою є класифікація за способом вбудовування. Виділяють три основні групи методів: традиційні, гібридні та методи на основі глибокого навчання, що відрізняються рівнем стійкості, складністю реалізації та адаптивністю.

Методи на основі глибокого навчання демонструють здатність автоматично підлаштовуватися під характеристики сигналу та підвищувати якість вбудовування [1]. У відеоконтенті водяний знак може розподілятися як у межах окремих кадрів, так і по всій часовій послідовності. Такий підхід підвищує стійкість до різних втручань. Сучасні методи водяного маркування часто використовують перетворення сигналів, зокрема косинусне або вейвлет-перетворення. Це дозволяє досягти балансу між непомітністю та стійкістю водяного знаку. Гібридні підходи, що поєднують кілька перетворень (наприклад, DWT, DCT, SVD), забезпечують ще вищу надійність і стійкість до атак [2]. Такі методи дозволяють ефективно протидіяти як простим, так і комбінованим атакам на відеодані.

Окремим напрямом розвитку є персоналізоване або форензичне водяне маркування. Підходи включають використання нейронних мереж, які дозволяють автоматично адаптувати процес вбудовування та забезпечують стійкість до складних атак, включаючи геометричні спотворення.

Разом із тим цифрове водяне маркування має певні обмеження, воно не запобігає самому факту копіювання, а лише дозволяє виявити порушення після його здійснення. Існують виклики що пов'язані з високими обчислювальними витратами сучасних методів, відсутністю стандартизації та необхідністю протидії новим типам атак, зокрема deepfake та AI-обробці контенту [2]. Попри ці обмеження, водяне маркування є важливою складовою сучасних систем захисту. Воно добре поєднується з іншими підходами. Зокрема, перспективним є поєднання з криптографією та блокчейн-технологіями для забезпечення надійної ідентифікації та відстеження цифрового контенту .

Цифрове водяне маркування є ефективним і практичним методом захисту відеоконтенту. Його ефективність визначається здатністю забезпечувати баланс між прозорістю, стійкістю до атак та обчислювальною ефективністю . Найбільш ефективними є методи, які використовують перетворення сигналів і враховують часову структуру відео. Ключовим критерієм якості є мінімальний вплив на візуальне сприйняття при максимальній збереженості водяного знака.

Подальший розвиток цього напрямку пов'язаний із підвищенням стійкості водяних знаків до складних атак та адаптацією методів до обробки великих потоків відеоданих у реальному часі. Особливу увагу приділяють розробці масштабованих, адаптивних та інтелектуальних систем водяного маркування, здатних працювати в умовах цифрової трансформації та зростаючих вимог до безпеки. Перспективним є також використання штучного інтелекту для автоматизації процесів вбудовування та детектування водяних знаків.

#### Список літератури

1. Кібірєв, Д.О., Федорченко В.М. Аналіз методів захисту відеоконтенту від несанкціонованого копіювання. ХНУРЕ, 2023
2. Ланських Є., Наумов О. (2025). Сучасні методи цифрового водяного маркування зображень: класифікація, аналіз і тенденції розвитку. *Інформаційні технології та суспільство*, (2 (17)), 89-95.