

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**  
**Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова**  
**кафедра біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики**



**МАТЕРІЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

**«МЕДИКО-ТЕХНІЧНА СПІВПРАЦЯ ЗАРАДИ ПЕРЕМОГИ: АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ  
МЕДИЧНОЇ, БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»**

**5-6 квітня 2024 року**  
**м.Вінниця**

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**

**Вінницький національний медичний університет  
ім. М.І. Пирогова**

**МАТЕРІАЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-  
ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ  
УЧАСТЮ**

**«МЕДИКО-ТЕХНІЧНА СПІВПРАЦЯ ЗАРАДИ  
ПЕРЕМОГИ: АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ МЕДИЧНОЇ,  
БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»**

**5-6 квітня 2024 року**

**м. Вінниця**

УДК 577.35+004

ISBN 978-617-7417-21-6 (електронне видання)

### **ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР**

Доктор медичних наук, професор, голова вченої ради  
«Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,

**Вікторія ПЕТРУШЕНКО**

### **ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА**

проректор з наукової роботи

ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,  
доктор медичних наук, професор

**Олег ВЛАСЕНКО**

завідувач кафедри біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики  
ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,  
доктор технічних наук, професор

**Анатолій КУЛИК**

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Анатолій ПОВОРОЗНЮК**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування, ЗВО Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ**, доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем «Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича»;

**Ірина ЖУРАВСЬКА**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії ЗВО «Чорноморський національний університет імені Петра Могили»;

**Володимир ФЕДІВ**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, ЗВО «Буковинський державний медичний університет»;

**Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кафедри біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова» (**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР**)

**Медико-технічна співпраця заради перемоги: Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики.** Матеріали доповідей та виступів III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 5-6 квітня 2024 року Вінниця. – Вінниця: Едельвейс. – 230 с.

УДК 577.35+004

ISBN 978-617-7417-21-6 (електронне видання)

Збірник містить матеріали доповідей та виступів учасників III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Медико-технічна співпраця заради перемоги: Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики» яка зареєстрована на сайті [Наукові заходи для ЗВО – Інститут модернізації змісту освіти \(imzo.gov.ua\)](http://Наукові_заходи_для_ЗВО_–_Інститут_модернізації_змісту_освіти_(imzo.gov.ua)) в розділі наукові заходи для ЗВО, перелік проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки в системі Міністерства освіти і науки України на 2024 рік [ПЕРЕЛІК - Зміни 2024 \(1\).pdf - Google Диск](#) за номером 921. Конференція відбулась в Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова 5-6 квітня 2024 року. У поданих матеріалах висвітлюється широке коло актуальних проблем розвитку теоретичних та практичних аспектів, пов'язаних з використанням технічних засобів та інформаційних технологій в галузях медицини та біології.. Збірник призначено для науковців, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів, магістрів, здобувачів, і студентів.

Матеріали подані в авторській редакції. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, даних, власних імен, посилань, грамотність, літературний стиль та інші відомості. Редколегія залишає за собою право скорочувати та редагувати подані матеріали. Рукописи не повертаються. Організатори конференції та члени редколегії не завжди поділяють думки учасників (авторів).

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова (протокол № 10 від 31.05.2024 р.)

## ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



Вінницький національний  
медичний університет  
ім. М.І. Пирогова



Вінницький національний  
технічний університет



Національний медичний  
університет ім.  
О.О.Богомольця



Донецький національний  
університет ім. Василя Стуса

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Голова:** Олег Власенко, проректор з наукової роботи ЗВО «ВНМУ ім. М.І. Пирогова», д.м.н., професор

**Члени:** Анатолій КУЛИК, Сергій ПАВЛОВ, Вальдемар ВУЙЦІК, Andrzej Jerzy SMOLARZ, Orken MAMYRBAYEV, Валентина ВАСИЛЕНКО, Роман КВЕТНИЙ, Олександр ЧАЛИЙ, Ольга ДОЦЕНКО, Юрій ТРИУС, Володимир ЛУЖЕЦЬКИЙ, Ірина ЖУРАВСЬКА, Олег АВРУНІН, Наталія ТИТОВА, Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ.

**Метою конференції** є висвітлення здобутків вчених України при розроблюванні, використанні і впровадженні технічних засобів та інформаційних технологій в галузях медицини та біології.

### Напрями роботи конференції

- Актуальні проблеми біологічної фізики.
- Медична інженерія. Телемедицина.
- Моделювання та комп'ютерна діагностика.
- Захист інформації в медичних інформаційних системах.
- Математичні аспекти в задачах біології та медицини.
- Специфічні питання педагогіки для студентів медичного та біологічного профілю.
- Метрологічне забезпечення медико-біологічного обладнання.
- Отримання, оброблення та аналіз медичних і біологічних зображень і сигналів.

## УЩІЛЬНЕННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Олександр РОМАНЮК<sup>1</sup>, Володимир МАЙДАНЮК<sup>1</sup>, Сергій ПАВЛОВ<sup>1</sup>, Наталія ТІТОВА<sup>2</sup>,  
Сергій РОМАНЮК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup>Національний університет «Одеська політехніка»

rom8591@gmail.com

Ущільнення медичних зображень — це процес зменшення обсягу даних, необхідного для зберігання або передачі медичних зображень, таких як рентгенівські, МРТ, КТ знімки та інші. Це дозволяє оптимізувати використання дискового простору та поліпшити швидкість передачі даних, зберігаючи при цьому необхідну якість зображення для медичного аналізу та діагностики. Існує кілька методів ущільнення, які можна класифікувати на дві основні категорії: з втратами та без втрат.

Ущільнення без втрат забезпечує можливість відновлення зображення до його оригінального стану без будь-якої втрати інформації. Цей метод часто використовується в медичній галузі, де точність зображень є критично важливою, наприклад, для точної діагностики [1, 2, 3].

Ущільнення з втратами дозволяє досягти більш значного зниження обсягу файлу за рахунок видалення деякої інформації з зображення. Хоча це може призвести до погіршення якості зображення, ступінь втрати може бути контрольована таким чином, щоб зберегти достатню для деяких застосувань якість [1].

Вибір методу ущільнення залежить від конкретних потреб і вимог до якості зображення. У медицині важливо знайти баланс між ефективністю зберігання/передачі даних і необхідною якістю зображення для забезпечення точної діагностики.

Критерії ущільнення медичних зображень визначаються на основі потреб клінічної практики та технічних вимог до обробки та зберігання зображень. Вибір методу ущільнення та ступінь ущільнення повинні забезпечувати баланс між ефективністю зберігання/передачі даних і збереженням якості зображення, необхідної для точної діагностики та лікування.

Проаналізуємо основні критерії, які важливі при ущільненні медичних зображень.

Якість зображення: Важливо забезпечити достатню якість ущільненого зображення для всіх потенційних клінічних застосувань. Для багатьох медичних досліджень, таких як діагностика раку або моніторинг хронічних захворювань, висока точність зображення є визначальною.

Ступінь ущільнення: Визначає, наскільки ефективно може бути зменшений обсяг даних без значної втрати інформації.

Швидкість ущільнення та розпакування: Ефективність алгоритмів ущільнення також вимірюється швидкістю, з якою зображення можуть бути ущільнені та відновлені. Це особливо важливо для систем телемедицини, де час реакції може бути критичним фактором.

Сумісність із стандартами: ущільнення повинно бути сумісним зі стандартами медичних зображень, такими як DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), щоб забезпечити широку сумісність і легкість обміну даними [3].

Безпека даних: при ущільненні медичних зображень важливо забезпечити захист конфіденційності та цілісності пацієнтських даних. Алгоритми ущільнення повинні бути розроблені з урахуванням вимог до безпеки та приватності.

Адаптивність: здатність алгоритму ущільнення адаптуватися до різних типів медичних зображень і клінічних сценаріїв також є важливою. Оскільки медичні зображення можуть значно відрізнятися за своїми характеристиками та вимогами до якості (наприклад, рентгенівські знімки порівняно з зображеннями МРТ), алгоритми ущільнення повинні бути здатні оптимально обробляти різні типи даних.

**Відновлюваність:** для методів ущільнення без втрат, важливо, щоб методи забезпечували можливість повного відновлення оригінального зображення без будь-якої втрати інформації, що критично для деяких клінічних досліджень та процедур.

**Взаємодія з клінічними інформаційними системами:** ущільнення та зберігання зображень повинні інтегруватися з існуючими клінічними інформаційними системами, такими як електронні медичні записи (ЕМР), для забезпечення безшовної роботи персоналу та доступу до даних.

Проаналізуємо найпоширеніші алгоритми ущільнення медичних даних.

JPEG (Joint Photographic Experts Group) широко застосовується для ущільнення медичних зображень, особливо в дерматології та інших галузях, де використовуються кольорові зображення. Підтримує ущільнення з втратами та майже без втрат. Дозволяє налаштовувати баланс між якістю зображення та ступенем ущільнення [1].

JPEG 2000 це оновлена версія JPEG, яка забезпечує кращу якість зображення при однаковому ступені ущільнення. Використовується для ущільнення медичних зображень у радіології та інших областях. Підтримує ущільнення з втратами та без втрат, а також прогресивне ущільнення, що дозволяє переглядати зображення в нижчій якості під час його завантаження [1,2].

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) - стандарт для зберігання та передачі медичних зображень, який включає підтримку різних алгоритмів ущільнення, включаючи JPEG, JPEG 2000, та інші. Дозволяє інтегрувати ущільнені медичні зображення в загальні медичні системи обробки та архівації даних [3].

RLE (Run-Length Encoding) - простий метод ущільнення без втрат, часто використовуваний для зображень з великими ділянками однакового кольору. Ефективний для певних типів медичних зображень, наприклад, деяких типів рентгенівських знімків [2].

LZW (Lempel-Ziv-Welch) - метод ущільнення без втрат, використовуваний для зменшення розміру текстових файлів і зображень. Використовується в форматах файлів GIF та TIFF, які можуть зустрічатися в медичних застосуваннях, де потрібне ущільнення без втрати інформації [2,4].

EZW (Embedded Zerotree Wavelet) - використовується для ущільнення зображень з високою роздільною здатністю, включаючи медичні зображення, як МРТ і КТ. Ґрунтується на вейвлет-перетвореннях. EZW ефективний для ущільнення з втратами та без втрат, забезпечуючи високу якість зображень при значному зниженні обсягу даних [5,6,7].

SPIHT (Set Partitioning in Hierarchical Trees) - алгоритм, заснований на вейвлет-перетвореннях, використовується для ущільнення медичних зображень з високою роздільною здатністю [8].

H.264/MPEG-4 AVC- частіше використовується для відео, H.264 також може застосовуватися для ущільнення медичних відеозаписів, наприклад, з ендоскопій або хірургічних процедур. Забезпечує високий ступінь ущільнення при збереженні якості відео, що є критично важливим для медичних застосувань [9].

HEVC (High Efficiency Video Coding) - Наступне покоління кодека після H.264. HEVC ефективніше ущільнює відеодані, включаючи медичні відеозаписи. Забезпечує краще ущільнення при тій же або навіть кращій якості в порівнянні з H.264, що робить його ідеальним для використання в медичних застосуваннях, де необхідно передавати великі обсяги відеоданих [10].

Кожен з цих алгоритмів має свої унікальні характеристики та області застосування. Вибір конкретного алгоритму для ущільнення медичних даних залежить від багатьох факторів, включаючи тип даних (зображення, відео, аудіо), вимоги до якості та потреби у захисті інформації.

Ущільнення даних разом з захистом інформації є важливим аспектом при обробці та зберіганні чутливих даних, особливо в медичній галузі. Це дозволяє одночасно зменшити

обсяг даних для ефективнішого зберігання та передачі, а також забезпечити захист цих даних від несанкціонованого доступу або витоку. Розглянемо декілька методів

Криптографічне ущільнення комбінує ущільнення даних з криптографічним шифруванням. Процес зазвичай полягає в ущільненні даних перед їх шифруванням. Ущільнення перед шифруванням дозволяє зменшити обсяг даних, що спрощує шифрування та зменшує витрати на зберігання та передачу даних. Алгоритми, як-от ZIP або RAR, можуть бути використані для ущільнення, а AES (Advanced Encryption Standard) або RSA (Rivest–Shamir–Adleman) - для шифрування [4].

Стеганографія дозволяє приховувати наявність самої секретної інформації шляхом вбудовування її в інший носій, такий як зображення або аудіофайл. Хоча стеганографія сама по собі не є методом ущільнення, вона може бути комбінована з алгоритмами ущільнення для зменшення обсягу прихованої інформації перед її вбудовуванням у носій.

Деякі алгоритми ущільнення включають в себе елементи шифрування, щоб забезпечити додатковий рівень захисту даних. Наприклад, алгоритм SecureZIP комбінує ущільнення з потужним шифруванням, забезпечуючи захист даних на рівні файлової системи [11].

Цифрові підписи, що використовують хеш-функції та криптографічні ключі, можуть додатково забезпечити автентичність та непорушність ущільнених і зашифрованих даних. Це забезпечує захист від несанкціонованих змін файлів під час передачі або зберігання.

Блокчейн може бути використаний для забезпечення додаткового рівня захисту медичних даних після їх ущільнення. Дані можуть бути ущільнені, зашифровані, а потім зареєстровані в блокчейні, що дозволяє забезпечити їх цілісність і доступність у безпечному та незмінному реєстрі. Такий підхід може бути особливо корисним у медичних дослідженнях та обміні даними між лікувальними закладами.

Існують спеціалізовані алгоритми, які інтегрують ущільнення та шифрування в одному процесі, оптимізуючи обидва процеси для кращої ефективності. Наприклад, алгоритм BZIP2 може бути використаний разом з шифрувальними інструментами для створення зашифрованих архівів, які ефективно ущільнюються та захищаються від несанкціонованого доступу [12].

Одним з основних викликів інтеграції ущільнення та захисту інформації є забезпечення балансу між ефективністю ущільнення, рівнем шифрування та швидкістю обробки даних. З розвитком квантових обчислень та інших передових технологій, методи ущільнення та захисту даних будуть потребувати адаптації та удосконалення для забезпечення безпеки інформації в майбутньому.

Ущільнення інформації для телемедицини охоплює використання технологій і методів для зменшення обсягу медичних даних без суттєвої втрати інформації. Це дозволяє ефективніше передавати, зберігати та обробляти медичні дані, що особливо важливо при швидкій і точній діагностиці на відстані.

Ущільнення інформації в телемедицині відіграє ключову роль у подоланні бар'єрів, пов'язаних із відстанню та доступом до якісних медичних послуг. У телемедицині можна ущільнювати різні типи даних, включаючи зображення (наприклад, рентгенівські знімки, МРТ), відео (наприклад, відеоконсультації), звук (наприклад, записи серцевих тонів) та текстові дані (медичні записи, результати аналізів).

Існують стандарти ущільнення для медичних зображень, такі як JPEG2000 для зображень та H.264 для відео, які забезпечують оптимальне співвідношення між ступенем ущільнення і якістю зображення.

МРТ або рентгенівські знімки можуть мати великий розмір файлу, що ускладнює їх швидку передачу через Інтернет. Використання стандарту JPEG2000 для ущільнення дозволяє зменшити розмір файлів без значної втрати деталей, необхідних для діагностики. Це дозволяє

лікарям у віддалених регіонах швидко отримувати та аналізувати зображення для надання медичних консультацій.

Для відеозв'язку в реальному часі між пацієнтами та лікарями може використовуватись ущільнення відео за допомогою кодеків, таких як H.264 або H.265, які ефективно ущільнюють відеопотік. Це дозволяє проводити відеоконсультації навіть при обмеженій ширині каналу зв'язку, забезпечуючи високу якість зображення.

Текстові дані, такі як результати лабораторних аналізів, також можуть бути ущільнені для ефективнішого зберігання та передачі. Використання стандартних алгоритмів ущільнення, таких як ZIP [2], може суттєво зменшити розмір цих файлів, спрощуючи їх швидкий обмін між медичними установами або між лікарем та пацієнтом.

У дерматології пацієнти можуть надсилати фотографії шкірних захворювань для оцінки дерматологом на відстані. Ущільнення фотографій до меншого розміру файлу без суттєвої втрати якості дозволяє швидко передавати зображення через Інтернет, забезпечуючи лікарю необхідні деталі для діагностики.

Ущільнення відеоматеріалів для онлайн-навчання дозволяє медичним працівникам отримувати доступ до навчальних курсів без необхідності завантажувати великі відеофайли. Це спрощує процес навчання, особливо в регіонах з обмеженим доступом до швидкісного інтернету, та дозволяє медичним працівникам ефективніше вдосконалювати свої знання та навички.

Для телемедицинських систем, що забезпечують моніторинг стану пацієнтів у реальному часі, важливо ефективно передавати дані з датчиків, такі як пульс, тиск, рівень кисню в крові. Ущільнення цих даних дозволяє зменшити навантаження на мережу та забезпечити швидке оновлення інформації для лікарів, що може бути критично важливим для пацієнтів у критичному стані.

Ущільнення даних спрощує обмін медичною інформацією між різними медичними установами, наприклад, при переведенні пацієнта з одного лікарняного закладу до іншого. Це забезпечує швидкий доступ до медичної історії пацієнта, знімків, аналізів тощо, що може значно покращити якість та швидкість медичного обслуговування.

Ущільнене аудіо та відео дозволяють проводити сеанси телепсихіатрії та психологічної підтримки з високою якістю

У регіонах з обмеженим доступом до спеціалізованих медичних послуг ущільнення даних може сприяти дистанційному консультуванню зі спеціалістами.

Наприклад, ущільнені зображення та відео з медичних обстежень можуть бути швидко передані спеціалістам для оцінки та подальшої рекомендації лікування, що значно скорочує час на діагностику та початок лікування.

Мобільні додатки, що дозволяють користувачам відстежувати показники свого здоров'я, такі як кроки, серцевий ритм, якість сну тощо, також виграють від ущільнення даних. Ущільнення дозволяє ефективно передавати ці дані на сервери для аналізу та зворотного зв'язку від лікаря, забезпечуючи користувачам персоналізовані поради щодо підтримки та покращення здоров'я.

Для пацієнтів, які проходять курс реабілітації після травм або операцій, телереабілітація з використанням ущільнених відеоматеріалів дозволяє отримувати інструкції та контролювати процес відновлення під наглядом лікаря на відстані. Це сприяє ефективності реабілітаційних заходів і дозволяє пацієнтам швидше повертатися до повноцінного життя.

Інновації в області штучного інтелекту та машинного навчання також відкривають нові можливості для розробки більш ефективних алгоритмів ущільнення та шифрування, які можуть автоматично адаптуватися до типу даних та вимог до безпеки. Це дозволить досягти оптимального балансу між ефективністю та безпекою, відповідаючи на зростаючі потреби в обробці та захисті великих обсягів медичних даних.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кавка, О. , Майданюк, В. , Романюк, О. і Завальнюк, Є. 2023. Аналіз алгоритмів стиснення зображень із втратами. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 58, 3 (Груд 2023), 59–64. DOI:<https://doi.org/10.31649/1999-9941-2023-58-3-59-64>.
2. Петух А. М., Майданюк В. П., Ліщук О. О. Аналіз алгоритмів ущільнення даних та їх програмних реалізацій / ISSN 1999-9941, “Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія”, 2016, No 2. – С. 4-9.
3. DICOM. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/DICOM>.
4. Майданюк, В. П. Основи теорії інформації та кодування : [Електронний ресурс] / Майданюк В. П., Романюк О. Н., Тужанський С. Є. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 133 с.
5. Embedded zerotrees of wavelet transforms. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Embedded\\_zerotrees\\_of\\_wavelet\\_transforms](https://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_zerotrees_of_wavelet_transforms).
6. Nidhi Jain , K. Mahima, Pooja Ameta. Embedded Zerotree Wavelet Coding: A Review / International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) IJERT [www.ijert.org](http://www.ijert.org) NCETECE' 14 Conference Proceedings ISSN: 2278-0181. – pp. 169-171.
7. A. M. Raid, W. M. Khedr, M. A. El-dosuky1, Wesam Ahmed. Image compression using embedded zerotree wavelet /Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ) Vol.5, No.6, December 2014. – pp. 33-39.
8. NirmalRaj S. SPIHT: A Set Partitioning in Hierarchical Trees Algorithm for Image Compression / EEE Department Sathyabama University, Chennai, India. URL: <https://www.m-hikari.com/ces/ces2015/ces5-8-2015/nirmalrajCES5-8-2015.pdf>.
9. H.264. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/H.264>.
10. H.265. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/H.265>.
11. SecureZIP User Guide. URL: <https://www.cityu.edu.hk/csc/deptweb/education/securezipuserguide.pdf>.
12. bzip2. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Bzip2>.