

УДК 681.3:778.14

№ держреєстрації 0114U001770

Інв. №

Державна архівна служба України
Науково-дослідний, проектно-конструкторський
та технологічний інститут мікрографії
(НДІ мікрографії)

61046, м. Харків, пров. Пархоменка, 1/60; тел. (0572) 94-48-61, 94-97-17;
тел./факс (0572) 94-98-11



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор НДІ мікрографії,
канд. техн. наук

С. М. Бобрицький

«15» грудня 2014 р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ СХОВИЩА ЕЛЕКТРОННИХ
КОПІЙ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ У
ДЕРЖАВНОМУ РЕЄСТРІ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ
ДОКУМЕНТАЦІЇ УКРАЇНИ
(Тема 2.1)
(заключний)

Науковий керівник, заступник директора
з наукової роботи, канд. фіз.-мат. наук

І. М. Кривулькін

Начальник відділу досліджень, розробки
нових інформаційних технологій,
комп'ютерних систем та ведення
державних реєстрів

С. В. Ільїн

Начальник відділу досліджень та
розробки перспективних і
удосконалення традиційних технологій
формування СФД

В. М. Козирев

2014

Рукопис закінчено 08 грудня 2014 р.

Результати цієї роботи розглянуто НТР НДІ мікрографії,
протокол від 09.12.2014 № 11

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник,
заступник директора з наукової
роботи, канд. фіз.-мат. наук



І. Кривулькін
(висновки)

Відповідальний виконавець,
начальник сектору відділу
досліджень, розробки нових
інформаційних технологій,
комп'ютерних систем та ведення
державних реєстрів



Є. Холод
(розд. 2)

Відповідальний виконавець,
провідний інженер-технолог
відділу досліджень та розробки
перспективних і удосконалення
традиційних технологій
формування СФД



О. Тімов
(розд. 6, 7, 8)

Начальник відділу досліджень,
розробки нових інформаційних
технологій, комп'ютерних систем
та ведення державних реєстрів



С. Ільїн
(розд. 1, 4, 5)

Молодший науковий співробітник



Д. Попков
(розд. 3, 4)

Провідний інженер-програміст



Т. Водолажська
(вступ, розд. 1)

Начальник сектору з стандартизації
та науково-технічної інформації



Т. Саратовська
(реферат)

Куратор, начальник відділу ведення державних реєстрів та захисту інформації
Державного департаменту страхового фонду документації С. Б. Хмелик



РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 143 с., 24 рис., 20 табл., 104 джерел.

Об'єкт розроблення – модель застосування у процесах формування, ведення та використання страхового фонду документації сховища електронних копій документів страхового фонду документації.

Мета роботи – впровадження сучасної гібридної технології зберігання і забезпечення користувачів документами страхового фонду документації та аналіз функціонування програмного забезпечення Державного реєстру документів страхового фонду документації України, що дозволить виконати роботи з його розвитку та вдосконалення.

Методи дослідження:

- функціональне моделювання процесів формування, ведення та використання страхового фонду документації за умови застосування сховища електронних копій документів страхового фонду документації;

- теоретичний аналіз кольорових моделей кольоровідтворення та засобів забезпечення цілісності інформації в частині визначення даних і метаданих, які являють собою в електронному вигляді зміст рулону мікрофільму страхового фонду документації, та необхідні для його автоматизованого обліку і пошуку у сховищі електронних копій документів страхового фонду документації;

- визначення графічного формату зображень документації методом аналізу ієрархій;

- експериментальні дослідження стосовно визначення параметрів, що характеризують придатність жорстких дисків як носіїв інформації сховища електронних копій документів страхового фонду документації, а також механізму їх використання, зберігання та контролю стану.

НДР виконується вперше. Під час її виконання визначено:

- вимоги до складу та формату даних і метаданих, з яких складатиметься електронна копія документа страхового фонду документації у вигляді спеціалізованого файла, що містить зображення підготовленої до зйомки документації, та порядок контролю його цілісності;

- непридатність для умов сучасної матеріально-технічної бази державної системи страхового фонду документації застосування для проектно-конструкторської, проектної документації для будівництва та іншої, розробленої засобами автоматизованого проектування, технології експонування кольорових зображень на чорно-білу плівку, які попередньо за будь-якою кольоровою моделлю кольоровідтворення було поділено на кольорові канали;

- параметри, що характеризують придатність жорстких дисків як носіїв інформації в сховищі електронних копій документів страхового фонду документації, та механізм їх використання, зберігання і контролю стану;

- функціональні вимоги до програмного забезпечення сховища електронних копій документів страхового фонду документації;

- перелік операцій та переходів для формування, ведення та використання сховища електронних копій документів страхового фонду документації.

За результатами досліджень розроблено у термінах стандарту IDEF0 моделі, відповідно до яких передбачається формування, ведення та використання сховища електронних копій документів страхового фонду документації.

Сфера застосування – діяльність спеціальних установ страхового фонду документації України, пов'язана з виготовленням документів страхового фонду документації з використанням цифрових технологій, їх обліком, зберіганням та відтворенням.

Позитивний ефект від упровадження результатів роботи полягає у:

- забезпеченні оперативності доступу та відтворення до закладеної на зберігання документації;

- зменшенні часу на відтворення документів страхового фонду документації з їх електронних копій, які зберігатимуться у сховищі електронних копій документів страхового фонду документації;

- підвищенні надійності збереження інформації страхового фонду документації України за рахунок її резервного копіювання на машинні носії.

Результати НДР будуть враховані під час:

- розроблення технічного завдання «Розроблення програмного забезпечення «Електронне сховище документів страхового фонду документації»;

- внесення змін до технологічного процесу стосовно застосування сховища електронних копій документів страхового фонду документації у процесах виготовлення, ведення та використання документів страхового фонду документації.

Розвиток об'єкта дослідження доцільно здійснювати в частині пошуку нових технологій з автоматизації обліку, зберігання та оброблення інформації, їх адаптації до завдань страхового фонду документації.

СХОВИЩЕ, ДОКУМЕНТ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЕЛЕКТРОННА КОПІЯ, ФОРМАТ ДАНИХ І МЕТАДАНИХ, ЗОБРАЖЕННЯ.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	7
Вступ.....	10
1 Аналіз та визначення складу даних та метаданих електронного мікрофільму, відповідно до яких здійснюватимуться його автоматизований облік, пошук і використання	14
2 Визначення параметрів, що характеризують придатність жорстких дисків як носіїв інформації у сховищі електронних копій документів страхового фонду документації, та вимог до них	36
3 Дослідження та визначення порядку контролю цілісності відомостей в електронному вигляді щодо змісту рулону мікрофільму страхового фонду документації	56
4 Визначення вимог до графічного формату зображень документації електронного мікрофільму	77
5 Аналіз кольорових моделей кольоровідтворення та вибір моделі, що забезпечить відтворення кольорового електронного зображення документації, розкладеного на кольорові канали під час підготовки до мікрофільмування на чорно-білу плівку	89
6 Аналіз типових технологічних процесів щодо виготовлення, ведення та використання документів страхового фонду документації та функціональні вимоги до програмного забезпечення.....	96
7 Алгоритми дій під час виготовлення, ведення та використання документів страхового фонду документації в умовах функціонування сховища електронних копій документів страхового фонду документації	103
7.1 Загальні відомості	103
7.2 Алгоритм виготовлення електронного мікрофільму.....	104
7.3 Алгоритм виготовлення електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів страхового фонду документації.....	107

7.4 Алгоритм відтворення на плівці електронного мікрофільму	109
7.5 Алгоритм відтворення копій документів страхового фонду документації	111
7.6 Алгоритм внесення змін до електронного мікрофільму	112
7.7 Алгоритм приймання на зберігання та облік електронних мікрофільмів...	113
8 Модель застосування сховища електронних копій документів страхового фонду документації у процесах виготовлення, ведення та використання документів страхового фонду документації	116
Висновки	126
Перелік посилань.....	134

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АІС СФДУ	– автоматизована інформаційна система страхового фонду документації України
АРМ	– автоматизоване робоче місце
АЦСК ІДД	– Акредитований центр сертифікації ключів Інформаційно-довідкового департаменту Міндоходів
БД	– база даних
Департамент	– Державний департамент страхового фонду документації
Електронне сховище	– сховище електронних копій документів страхового фонду документації
Електронний мікрофільм	– відомості в електронному вигляді щодо змісту рулону мікрофільму страхового фонду документації
ЕЦП	– електронний цифровий підпис
Інструкція	– технологічна інструкція
ІПХ	– інформаційно-пошукова характеристика
КАП	– коди автентифікації повідомлень
КД	– комплектувальний документ
МАІ	– метод аналізу ієрархій
Модель	– модель застосування Електронного сховища у процесах виготовлення, ведення та використання документів страхового фонду документації
НДР	– науково-дослідна робота
Носій сховища даних	– логічний носій довгострокового зберігання сховища даних
ОС	– операційна система
ПЕОМ	– персональна електронно-обчислювальна машина

ПЗ	– програмне забезпечення
Посилений сертифікат	– посилений сертифікат відкритого ключа
Реєстр СФД	– Державний реєстр документів страхового фонду документації України
РЦ	– регіональний центр
СКБД	– система керування базами даних
СФД	– страховий фонд документації
Тематичний план на 2014 рік	– Тематичний план наукових робіт Науково-дослідного, проектно-конструкторського та технологічного інституту мікрографії на 2014 рік
Тематичний план на 2015 рік	– Тематичний план прикладних досліджень та дослідно-конструкторських (технологічних) робіт НДІ мікрографії на 2015 рік
ТП	– технологічний процес
ТТП	– типовий технологічний процес
ТП 046	– ТП 321.02200.00046 Комплект документів на технологічний процес відтворення повнорозмірних паперових копій з мікрофільмів страхового фонду документації з використанням сучасної комп'ютерної техніки
ТТП 024	– ТТП 321.02200.00024 Комплект документів на типовий технологічний процес зберігання мікрофільмів страхового фонду документації
ТТП 047	– ТТП 321.02200.00047 Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення документів СФД з кольорової проектної документації для будівництва на паперових носіях, що виконана методами автоматизованого проектування
ТТП 048	– ТТП 321.02200.00048 Комплект документів на типовий технологічний процес відтворення на паперових носіях кольорової проектної

документації для будівництва з мікрофільмів СФД, що виконана методами автоматизованого проектування

- ТТП 056 – ТТП 321.02200.00056 Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення мікрофільмів страхового фонду документації з використанням цифрових технологій
- IDEF0 – Function Modeling (методологія функціонального моделювання)
- HddToOff – логічний носій довгострокового зберігання сховища даних, підключений до Електронного сховища
- HddToOn – логічний носій довгострокового зберігання сховища даних, отриманий з резерву
- RAID – Redundant array of independent disks (надлишковий масив незалежних дисків)
- SMART – Self Monitoring Analysis and Reporting Technology (технологія самоконтролю, аналізу й звітування)

ВСТУП

Відповідно до положень Закону України [1]:

- страховий фонд документації (далі – СФД) України є упорядкованим банком документів, зафіксованих на мікрографічній плівці чи інших компактних носіях інформації, які прийняті на державний облік і довгострокове надійне зберігання;

- бази зберігання СФД України забезпечують накопичення документів СФД, їх облік, ведення та відтворення з метою оперативного забезпечення користувачів документами.

Але традиційна технологія виготовлення документів СФД передбачає запис документації на рулонні або форматні галогенідосрібні мікроносії (мікроформи), які забезпечують довгострокове зберігання (за деякими оцінками – до 500 років). Однак їх певні обмеження не дозволяють оперативно забезпечувати користувачів копіями документів СФД.

Вирішення зазначеного питання вимагає застосування іншої технологічної моделі довгострокового зберігання документованої інформації та оперативного доступу до неї [2], яка задовольняє таким основним вимогам:

- можливість запису на компактні носії довгострокового зберігання документованої інформації, представленої в аналоговій (придатній для читання людиною) та в цифровій формах;

- збереження достовірності інформаційного змісту документів;

- забезпечення високого ступеня захисту закладеної на зберігання документації від несанкціонованого доступу, спотворень і втрат, а також від несприятливих чинників температурно-вологісних, механічних, хімічних, радіаційних та інших видів впливів;

- забезпечення мінімальних втрат якості зображень документованої інформації під час її зберігання і перетворення в технологічній системі;

- високий ступінь автоматизації процесів запису, зберігання, пошуку та

видачі документів.

Зазначені вимоги найбільшою мірою задовольняє технологічна модель, побудована на основі застосування електронно-мікрографічної технології запису, яка об'єднує переваги довгострокового зберігання та оперативної видачі документів і заснована на таких технічних можливостях:

- перетворення аналогової інформації з паперових документів і мікрофільмів у цифрову форму шляхом їх сканування;
- перетворення цифрової інформації з електронних носіїв в аналогову форму та комп'ютерний запис її на мікроформи (комп'ютерне мікрофільмування) і паперові носії (цифрове друкування).

Основні операції зазначеної технології:

- мікрофільмування документів, що забезпечує довгострокове зберігання інформації в аналоговій формі (придатній для читання людиною). При цьому мікрофільмування документів, виконаних на паперових носіях, здійснюють шляхом їх оптичної зйомки, а мікрофільмування документів, виконаних у цифровому вигляді, – шляхом комп'ютерного запису на мікроплівку за допомогою КОМ-системи;
- перетворення документів, виконаних в аналоговій формі у цифрову із наступним записом на машинний носій;
- зберігання кожного документа здійснюють на двох видах носіїв:
 - 1) на мікроплівці у вигляді мікрозображень документів;
 - 2) на машинних носіях інформації у вигляді цифрових копій документів;
- оперативний доступ до документів здійснюють шляхом автоматизованого пошуку їх цифрових копій та надання користувачам на паперових або машинних носіях;
- довгострокове зберігання документів здійснюють за рахунок застосування мікроплівки як носія, який придатний до читання людиною та не залежить від будь-яких змін видів машинних носіїв, форматів запису й апаратно-програмних засобів, зумовленою їх швидким розвитком.

Слід відзначити, що розповсюдження комп'ютерних технологій все частіше призводить до того, що організації приватного та державного секторів покладаються на електронні документи як на офіційне свідоцтво своєї діяльності. Як наслідок, організації все частіше стикаються з проблемою забезпечення довгострокової доступності до автентичних електронних документів через технологічне старіння комп'ютерного устаткування та програмного забезпечення (далі – ПЗ), а також обмеженим терміном служби цифрових носіїв інформації.

Згідно з документом [3] під час розроблення заходів стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів і доступу до них у разі, якщо термін їх зберігання перевищує розрахунковий термін використання застосованих для створення і підтримки цих документів технологій (обладнання та ПЗ), необхідно взяти до уваги шість ключових критеріїв:

- читаність. Носій із електронним документом може не читатися у разі впливу на нього несприятливих умов зберігання або морального старіння;

- інтерпретованість. Інформація електронного документа «зрозуміла» (intelligible) комп'ютеру, якщо йому доступні відомості стосовно інтерпретування потоку бітів, що є основою цієї інформації;

- ідентифікованість. Ідентифіковані електронні документи повинні бути організовані, класифіковані та описані таким чином, щоб дати можливість інформаційним системам і користувачам розрізняти інформаційні об'єкти на основі унікального атрибута (наприклад, ім'я або ідентифікаційний номер);

- доступність. Доступність електронних документів зазвичай залежить від ПЗ, оскільки для її реалізації потрібне знання ознак, які встановлюють зв'язок між логічною структурою інформаційних об'єктів та їх фізичним місцем розташування;

- зрозумілість. Значення окремого електронного документа визначається його змістом (контентом) та контекстом його створення і використання;

- автентичність. Автентичні електронні документи – це документи,

інформація яких не була спотворена, змінена або в будь-який інший спосіб зіпсована з плином часу.

На цей час у державній системі СФД створено та впроваджено на технічних засобах автоматизованої інформаційної системи СФД України (далі – АІС СФДУ) [4] автоматизовану систему – Державний реєстр документів СФД України (далі – Реєстр СФД) [5], призначену для накопичення та державного обліку виготовлених із застосуванням мікроплівки документів СФД, прийнятих на довгострокове зберігання.

Крім того, під час розроблення у 2012 році ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» [6] додатково отримано можливість формування електронних копій документів СФД у вигляді спеціалізованих файлів із зображеннями підготовленої до зйомки документації. Таким чином, було створено передумови для побудови у складі Реєстру СФД сховища електронних копій документів СФД (далі – Електронне сховище) та отримання у зв'язку з цим переваг електронно-мікрографічної технології.

Але в державній системі СФД відсутнє визначення електронного документа в контексті Електронного сховища і стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів та доступу до них. Актуальність запропонованої роботи зумовлена непередбаченістю застосування в процесах формування, ведення та використання СФД Електронного сховища, що призводить до зайвих витрат часу на відтворення документів СФД і забезпечення ними користувачів та створює підстави для проведення НДР.

Метою роботи є розроблення науково обґрунтованих засад для оперативного забезпечення користувачів електронними копіями документів СФД.

Сферою застосування НДР є діяльність спеціальних установ СФД України, пов'язана з виготовленням документів СФД з використанням цифрових технологій, їх обліком, зберіганням та відтворенням.

1 АНАЛІЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ДАНИХ ТА МЕТАДАНИХ ЕЛЕКТРОННОГО МІКРОФІЛЬМУ, ВІДПОВІДНО ДО ЯКИХ ЗДІЙСНЮВАТИМУТЬСЯ ЙОГО АВТОМАТИЗОВАНИЙ ОБЛІК, ПОШУК І ВИКОРИСТАННЯ

1.1 На цей час основною одиницею чинного інформаційного потоку [7] є рулон із замікрофільмованою документацією, для виготовлення якого виконують більшість технологічних операцій.

Застосування в державній системі СФД електронно-мікрографічної технології передбачає включення до чинного інформаційного потоку електронного носія з відомостями в електронному вигляді щодо змісту рулону мікрофільму СФД (далі – Електронний мікрофільм). Зміст Електронного мікрофільму повинен бути достатнім для:

- оперативного забезпечення користувачів копіями документів СФД згідно з вимогами [1];
- автоматизації задач щодо закладання Електронного мікрофільму на зберігання в Електронне сховище та періодичного контролю.

1.2 У загальному випадку оброблення інформації в електронному вигляді накладає такі вимоги:

- користувачі повинні мати можливість пошуку інформації та доступу до неї в прийнятній для них формі;
- власники інформації повинні бути впевнені, що їх права на інтелектуальну власність будуть захищені;
- адміністратори та інші фахівці повинні мати можливість супроводу електронної інформації, наприклад, забезпечення її схоронності протягом тривалого часу.

Ключовим компонентом, який дозволяє виконати зазначені вимоги, є метадані [8] – це відомості, що описують контекст, зміст, структуру електронного документа і процес управління ними у часі. Метадані поділяють

на ті, що використовує ПЗ під час автоматизованого оброблення, і метадані, які використовує людина.

Слід зазначити, що зазвичай складно розділити відомості документа на дані та метадані. Так, заголовок документа можна одночасно віднести до метаданих (як відомості про його зміст) і до даних, оскільки заголовок є частиною самого тексту. Тому даними Електронного мікрофільму є мікрозображення документації, а до його метаданих належать відомості, призначені для опису даних, коректного відображення та відтворення документації засобами обчислювальної техніки тощо, наприклад:

- відомості стосовно трафаретів для мікрофільмів СФД (вид документації, назва об'єкта, позначення комплекту документації тощо) та графічні символи мікрофільмів [9];

- відомості стосовно кольорової моделі, за якою поділено мікрозображення документації [10, 11];

- зміст позицій комплектувальних документів (далі – КД) [12 – 19];

- відомості стосовно побудови мікрофільму СФД та схем мікрофільмування певних графічних зображень документації [20];

- відомості стосовно графічних форматів мікрозображень документації (pdf, tiff тощо) на кадрах Електронного мікрофільму;

- відомості стосовно кратності зйомки документації [20].

1.3 За результатом аналізу схем побудови рулонів мікрофільму СФД відокремлено три типи мікрозображень:

- мікрозображення документації, яку надають на мікрофільмування. Зазначений тип повинен складатись із:

- 1) шару зображення документації, що мікрофільмують, формат якого буде визначено за результатом аналізу сучасних графічних форматів з питань алгоритмів стиснення, ліцензійної політики тощо;

- 2) шару метаданих, призначених для автоматизованого оброблення відомостей, що описують зміст шару зображення документації, що мікрофільмують, засобами обчислювальної техніки;

– мікрозображення трафаретів. За результатом аналізу документа [9] визначено, що зображення кадрів Електронного мікрофільму із мікрозображенням трафаретів доцільно формувати динамічно на підставі змісту його метаданих. Оскільки зберігання графічних зображень трафаретів у цьому разі стає непотрібним, це дозволить знизити загальний розмір Електронного мікрофільму;

– мікрозображення КД. Попри те, що формально КД є звичайним документом, в умовах функціонування Електронного сховища доцільно зберігати мікрозображення лише титульного аркуша КД із зображеннями підписів та печаток. Таким чином, відомості мікрозображення КД складаються із шару даних із зображенням титульного аркуша КД та шару метаданих, призначених для їх автоматизованого оброблення засобами обчислювальної техніки. Зміст позицій КД доцільно зберігати в окремому шарі текстових даних (наприклад, у вигляді XML-документа). Це дозволить:

1) автоматизувати пошук мікрозображень певних документів (за позначкою, назвою);

2) керувати змістом позицій КД, які зберігаються в Електронному мікрофільмі, під час внесення змін або анулювання документів;

3) знизити загальний обсяг Електронного мікрофільму за рахунок набагато вищого ступеня стиснення текстових відомостей XML-документа у порівнянні з графічними зображеннями сторінок із позиціями КД.

Відомості стосовно метаданих кадрів Електронного мікрофільму за типами «мікрозображення документації» та «мікрозображення трафаретів» наведено в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно.

Відомості стосовно метаданих титульного аркуша КД кадру Електронного мікрофільму за типом «мікрозображення КД» наведено в таблиці 1.3, а відомості стосовно метаданих змісту позиції КД – в таблиці 1.4.

Таблиця 1.1

Познака	Призначення	Примітка
1	2	3
TypeFrame	Визначає тип мікрозображення	Для кадрів із мікрозображенням документації має значення «Working»
DocName	Містить назву документа	
DocSignature	Містить позначку документа	
DocPage	Містить порядковий номер аркуша документа	
Markers	За потреби містить відомості про графічні символи [9], схему мікрофільмування [20] та додаткові текстові мітки	Відомості про графічні символи, текстові мітки та схему мікрофільмування надають у вигляді розділеного крапкою з комою переліку: «графічний маркер x1, y1, x2, y2;», де «x1», «y1», «x2», «y2» – координати верхнього лівого та нижнього правого кута символу, а «графічний маркер» – текстове позначення символу. Область значень графічних маркерів для кадрів за типом «мікрозображення документації»: – «badRd» – знижена читаність; – «badCntr» – знижений контраст;

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
		– «clr» – кольоровий оригінал; – «outImg» – сторінка без зображення; – «ncomplOrg» – неповний оригінал; – «badBind» – незручно переплетений оригінал; – «dmgSrc» – пошкоджений оригінал; – «wrErr» – друкарська помилка; – «rpt» – повтор; – «partUnRd» – часткова нечитаність; – «dDP» – документ з довідковою підосноюю; – «dD» – документ довідковий; – «aPr» – автоматизоване проектування; – «MicrofilmSchema» – бирка зі схемою мікрофільмування, позначенням документа та порядковим номером документа; – «ArchiveLab» – архівна мітка. Зміст графічного маркера має вигляд: «ArchiveLab <i>зміст мітки</i> x1, y1, x2, y2;»

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
ColorChannel	Містить відомості стосовно кольорового каналу, за яким поділено мікрозображення документації	Область значень поля: – «Simple». Значення встановлюють для чорно-білих зображень та зображень у відтінках сірого; – «RedChannel», «BlueChannel», «GreenChannel». Значення встановлюють для зображення, отриманого за результатом поділення за кольоровою моделлю RGB
CurrentFormat Name	Містить відомості стосовно формату [21] зображення документа, що надає постачальник для мікрофільмування	Область значень поля визначає документ [21] (наприклад, «A4», «A3» тощо) та перелік нестандартних форматів, наданих фахівцями регіональних центрів (далі – РЦ) СФД під час експлуатації ПЗ автоматизованого робочого місця (далі – АРМ) РЦ СФД
PhysicalWidth	Містить відомості стосовно фізичної ширини зображення документа, що надає постачальник для мікрофільмування	Задають у міліметрах
PhysicalHeight	Містить відомості стосовно фізичної висоти зображення документа, що надає постачальник для мікрофільмування	Задають у міліметрах

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
NewFormatName	Містить відомості стосовно формату, на який поділено за певною схемою мікрофільмування кадр із мікрозображенням документа	Область значень поля визначає документ [21] (наприклад, «A4», «A3» тощо)
TypeSplitting	Містить відомості стосовно схеми мікрофільмування великого за розміром вихідного документа	Область значень поля: – «None». Задають для кадрів, мікрозображення яких містить цілий документ; – «Snake». Задають для кадрів, мікрозображення яких отримано як результат поділення документа за схемою мікрофільмування «пряма змійка». Нумерація починається з нижнього правого кута; – «ReverseSnake». Задають для кадрів, мікрозображення яких отримано як результат поділення документа за схемою «зворотна змійка». Нумерація починається з верхнього правого кута
Index	Містить порядковий номер мікрозображення документа в Електронному мікрофільмі	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
SubIndex	Містить порядковий номер частини мікрозображення документа, яку було отримано як результат поділення за певною схемою мікрофільмування (TypeSplitting) великого за розміром вихідного документа	
Hash	Хеш [22] змісту файлу із зображенням кадру Електронного мікрофільму. Застосовують для перевірки цілісності даних під час вхідного та періодичного (планового) контролю	Обґрунтування потреби хешування даних для контролю їх цілісності, а також пояснення щодо вибору алгоритму хешування, буде наведено під час дослідження та визначення порядку контролю цілісності Електронного мікрофільму
IsAnnul	Містить ознаку анулювання кадру Електронного мікрофільму у зв'язку з внесенням змін до мікрофільму відповідно до документа [23] або у зв'язку із виготовленням допечатки для заміни забракованих кадрів	Область значень поля: – «True». Значення за замовчуванням, яке означає, що кадр не анульовано; – «False». Кадр анульовано

Таблиця 1.2

Познака	Призначення	Примітка
1	2	3
TypeFrame	Визначає тип мікрозображення	Для кадрів із мікрозображенням трафаретів має значення «Template»
Index	Містить порядковий номер мікрозображення документа в Електронному мікрофільмі	
TemplateNumber	Містить номер трафарету	Згідно з документом [9] область значень поля: 1 – 4 (трафарет № 1 – трафарет № 4)
GroupTemplate2	Містить відомості стосовно форми трафарету № 2, яка згідно з документом [9] визначена для певного виду документації	Область значень поля: – «FirstGroup» – трафарет № 2 для документації за видами 01, 02, 03, 06, 11, 12; – «SecondGroup» – трафарет № 2 для документації за видами 04, 14; – «ThirdGroup» – для документації за видами 07, 08, 09, 10, 13; – «ForthGroup» – для документації за видом 15.

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Markers	За потреби містить відомості про графічні символи	Відомості про графічні символи, текстові мітки та схему мікрофільмування надають у вигляді розділеного крапкою з комою переліку: «графічний маркер x1, y1, x2, y2;», де «x1», «y1», «x2», «y2» – координати верхнього лівого та нижнього правого кута символу, а «графічний маркер» – текстове позначення символу. Область значень графічних маркерів для кадрів за типом «мікробразження трафаретів»: – «continue» – продовження; – «end» – кінець; – «badRd» – знижена читаність; – «startRoll» – початок рулону; – «endRoll» – кінець рулону; – «badCntr» – знижений контраст; – «clr» – кольоровий оригінал; – «badBind» – незручно переплетений оригінал; – «dmgSrc» – пошкоджений оригінал; – «stateMf» – статус мікрофільму

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
NumMF	Познака мікрофільму	Область значень визначається документом [24]. Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 1 (трафарет № 1)
Grif	Гриф обмеження доступу (за наявності)	Область значень задано документами [25, 26]. Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 1 (трафарет № 1)
MfMakerName	Назва підприємства (організації)-виробника мікрофільмів	Область значень – перелік РЦ СФД. Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 1 (трафарет № 1)
DateOfMfMake	Дата (місяць, рік) виготовлення мікрофільму	Формат відомостей – «ММ.YYYY», де «ММ» – місяць виготовлення мікрофільму, а «YYYY» – рік виготовлення мікрофільму. Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 1 (трафарет № 1)
Provider	Містить відомості стосовно назви, адреси підприємства (організації)-постачальника документації	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)
TypeDoc	Вид документації	Область значень визначається документом [24]. Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Name1	Містить: – позначку (код) виробу для видів документації 01, 02, 03, 06, 11, 12 [24]; – назву об'єкта для видів документації 04, 14, 15 [24]; – назву музею, заповідника, бібліотеки, об'єкта культурної спадщини для видів документації 07, 08, 09, 10, 13	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)
Name2	Містить: – назву, індекс (шифр) виробу для видів документації 01, 02, 03, 06, 11, 12; – назву будови, споруди, інженерних мереж, комунікацій для видів документації 04, 14; – назву фонду, музейної колекції (групи), розділу, пам'ятки архітектури та містобудування для видів документації 07, 08, 09, 10, 13	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
PackageDoc	Містить позначку (назву) комплекту документів (у рулоні)	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)
CountPages	Містить відомості про кількість аркушів – кількість фізичних аркушів документації (документів)	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)
CountFrames	Містить відомості про кількість кадрів – кількість кадрів відзнятої документації	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 2 (трафарет № 2)
RationReduction	Кратність зменшення	Встановлюють для кадру, у якого TemplateNumber = 3 (трафарет № 3)

Таблиця 1.3

Познака	Призначення	Примітка
1	2	3
TypeFrame	Визначає тип мікробразження	Для кадрів із мікробразженням трафаретів має значення «KD»
Index	Містить порядковий номер мікробразження документа в Електронному мікрофільмі	
ObjMfMane	Містить назву об'єкта мікрофільмування	
IsAnnul	Містить ознаку анулювання кадру Електронного мікрофільму у зв'язку із внесенням змін до мікрофільму відповідно до документа [23] або у зв'язку із виготовленням допечатки для заміни забракованих кадрів	Область значень поля: – «True». Значення за замовчуванням, яке означає, що кадр не анульовано; – «False». Кадр анульовано
CountPage	Містить відомості про кількість сторінок КД	
NumChange	Містить відомості про номер зміни	

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
Markers	Містить відомості про графічні символи [9], схему мікрофільмування [20] та додаткові текстові мітки (за потреби)	Відомості про графічні символи, текстові мітки та схему мікрофільмування надають у вигляді розділеного крапкою з комою переліку: «графічний маркер x1, y1, x2, y2;», де «x1», «y1», «x2», «y2» – координати верхнього лівого та нижнього правого кута символу, а «графічний маркер» – текстове позначення символу. Область значень графічних маркерів для кадрів за типом «мікроезображення КД»: – «badRd» – знижена читаність; – «badCntr» – знижений контраст; – «clr» – кольоровий оригінал; – «badBind» – незручно переплетений оригінал; – «dmgSrc» – пошкоджений оригінал; – «wrErr» – друкарська помилка; – «rpt» – повтор; – «partUnRd» – часткова нечитаність

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
NumAct	Містить відомості про номер акта про відповідність мікрофільмів страхового фонду документації чинній документації	
Hash	Хеш змісту файлу із КД. Застосовують для перевірки цілісності даних під час вхідного та періодичного (планового) контролю	Обґрунтування потреби хешування даних для контролю їх цілісності, а також пояснення щодо вибору алгоритму хешування буде наведено під час дослідження та визначення порядку контролю цілісності Електронного мікрофільму

Таблиця 1.4

Познака	Призначення	Примітка
DocName	Містить назву документа	
DocSignature	Містить позначку документа	
NumMF	Познака мікрофільму	Область значень визначається документом [24]
«NumCh»	Номер зміни [23]	
«NumAct»	Номер акта про відповідність мікрофільмів страхового фонду документації чинній документації	

Зазначений перелік даних та метаданих визначають як контент Електронного мікрофільму, так і контекст його створення і використання, що згідно з документом [3] відповідає критерію «зрозумілість».

1.4 З метою визначення способу зберігання різнопланових відомостей (тексту, графічних зображень тощо), які разом утворюють Електронний мікрофільм, проаналізовано низку сучасних файлових структур.

Формат TIFF [27] призначено для зберігання растрових зображень (зокрема і багатосторінкових). Згідно зі специфікацією файли формату TIFF містять перелік тегів (у тому числі відомості про порядок байтів, алгоритм стиснення). Це дозволяє операційній системі (далі – ОС) спільно із ПЗ для роботи з графічними образами обробляти зображення, що відповідає вимозі «інтерпретованість». Однак перелік тегів формату TIFF є вузькоспеціалізованим і для зберігання наведеної вище множини метаданих Електронного мікрофільму непридатний.

Специфікація Open Document Format [28], яку використовують для побудови текстових документів LibreOffice та Microsoft Office версії 2007 і вище, також не задовольняє потреби Електронного мікрофільму, але запропонований у стандарті підхід до організації даних виявився перспективним. По-перше, файли, сформовані за допомогою LibreOffice або Microsoft Office версії 2007 і вище, є ZIP-архівами. Це дозволяє мінімізувати мережевий трафік під час обміну документами та знизити вимоги до обсягу носіїв. По-друге, змістова частина формату документів зберігається у вигляді XML-документа. Стандарт XML визначає набір базових лексичних та синтаксичних правил, за допомогою яких шляхом запровадження обмежень на структуру та зміст документів визначаються специфічні, предметно-орієнтовані мови розмітки даних. Ці обмеження описуються мовами схем (наприклад, DTD, RELAX NG або XML Schema, яка за попередніми оцінками має більш гнучкі можливості для формування правил та обмежень). Мовами, основаними на стандарті XML, є XSLT, XAML, XUL, RSS, MathML, GraphML, XHTML, SVG, а також XML Schema. Використання мови XML Schema у сукупності з відкритими специфікаціями побудови офісних документів задовольняє

критерію «інтерпретованість» [3]. Приклад типової файлової структури текстових документів .odt/.docx, сформованих за допомогою відповідно LibreOffice та Microsoft Office версії 2007 і вище, наведено на рис. 1.1.

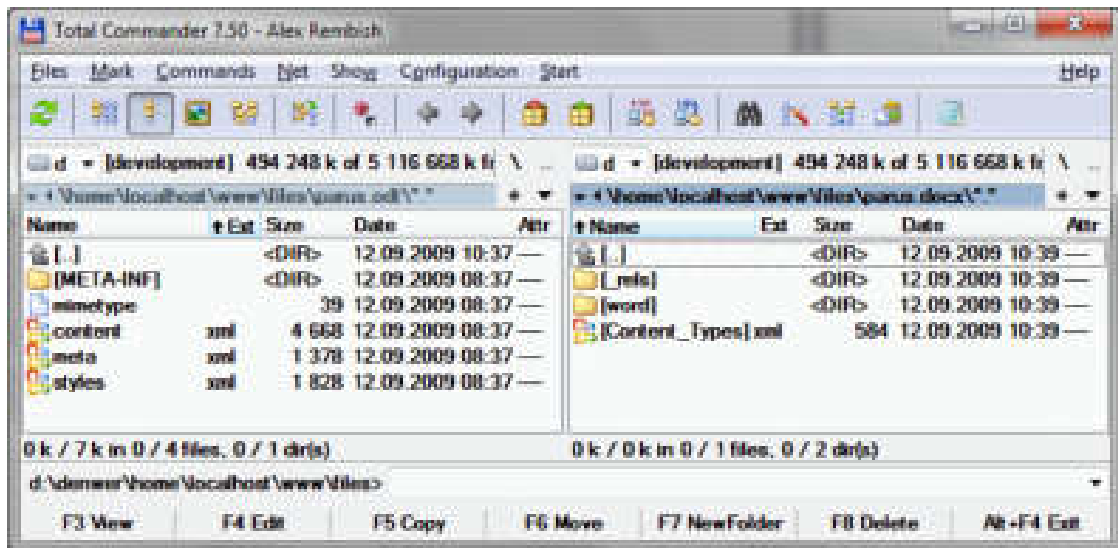


Рисунок 1.1

Дещо інший підхід стосовно організації даних пропонують розробники Blu-ray Disc [29] – формат оптичного носія, що використовують для запису і зберігання цифрових даних з підвищеною щільністю, включаючи відео високої чіткості. На відміну від Open Document Format зміст Blu-ray Disc (теки та файли із відеоконтентом та метаданими) не архівується в єдиний файл. Це зумовлено, з одного боку, бажанням знизити навантаження на пристрої, які повинні перед відтворенням медійного контенту Blu-ray Disc розпакувати файл великого обсягу, а з іншого – незначним ступенем стиснення відеоконтенту великої роздільної здатності.

1.5 За результатом аналізу сучасних файлових структур запропоновано відомості Електронного мікрофільму, сформовані згідно з визначеними в таблицях 1.1 – 1.4 специфікаціями, зберігати в окремому XML-документі на ім'я main.xml (пер. з англ. – головний).

Схематично зміст файла main.xml наведено на рис. 1.2.

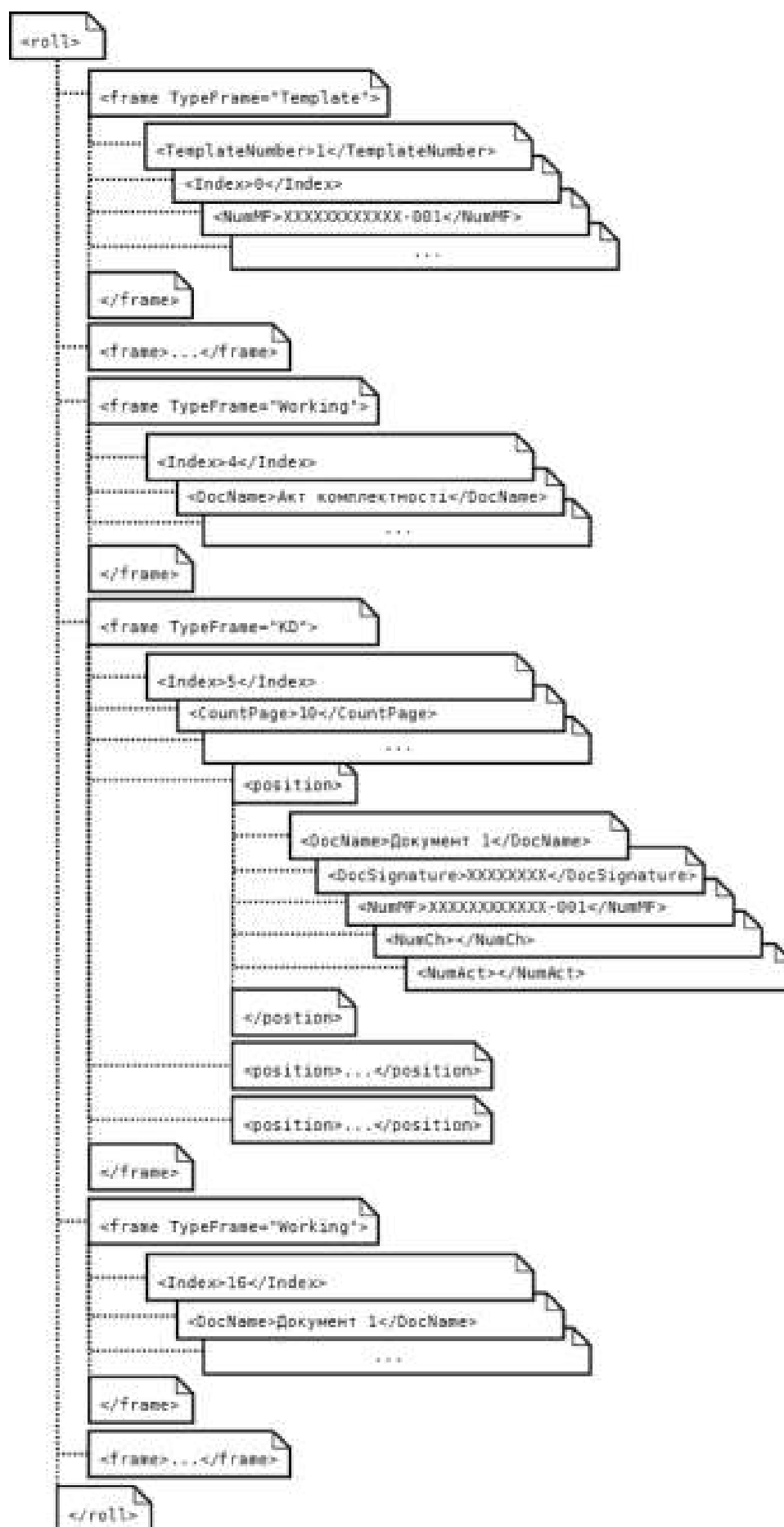


Рисунок 1.2

Кореневий елемент XML-документа (елемент `<roll>`) містить кадри мікрозображень відповідних типів (елементи `<frame>`). Зміст елементів `<frame>` визначає атрибут `TypeFrame` (див. таблиці 1.1 – 1.3).

Зміст позиції комплектувального документа (елемент `<position>`) визначають метадані, наведені в таблиці 1.4. Елементи `<position>` згруповані в елементі `<frame>`, значення атрибута `TypeFrame` якого дорівнює «KD».

Остаточний синтаксис спеціалізованої мови розмітки Електронного мікрофільму буде розроблено із використанням мови XML Schema під час розроблення спеціалізованого ПЗ за цією темою [30].

XML-документ – це текстовий документ, який можливо прочитати в будь-якому текстовому редакторі (критерій «інтерпретованість»), тому зберігання змістової частини Електронного мікрофільму в XML-документі знижує залежність від певного ПЗ та програмного середовища.

Схематично файлову структуру Електронного мікрофільму наведено на рис. 1.3.

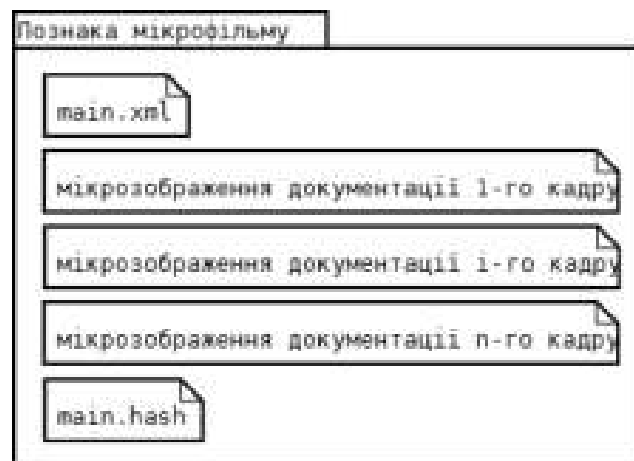


Рисунок 1.3

Файли, що складають Електронний мікрофільм, згруповані в теку, назва якої – позначка мікрофільму [24]. Це відповідає критерію «ідентифікованість» стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів.

До складу Електронного мікрофільму також входить файл `main.hash` із значенням хеш-функції змісту файла `main.xml` для контролю його цілісності. Це

відповідає критерію «автентичність» стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів. Обґрунтування потреби хешування даних для контролю їх цілісності, а також пояснення щодо вибору алгоритму хешування буде наведено під час дослідження та визначення порядку контролю цілісності Електронного мікрофільму.

Оскільки мікрозображення кадру Електронного мікрофільму за типом «мікрозображення трафаретів» формують динамічно на підставі змісту відповідних метаданих, то файли із мікрозображеннями трафаретів до складу Електронного мікрофільму не входять.

Під час обміну між територіально відокремленими спеціальними установами СФД України Електронний мікрофільм доцільно архівувати за допомогою файлового архіватора 7-ZIP, перевагами якого є:

- високий ступень стиснення (перевага перед ZIP-архівом). Згідно з проведеними тестами [31] алгоритм стиснення LZMA2 із опцією «Best» забезпечує ступень стиснення файла до 63 %. Таким чином, якщо обсяг Електронного мікрофільму становить 1 ГБ, то після стиснення його обсяг становитиме близько 370 МБ;

- велика частка коду є відкритою і поширюється за ліцензією GNU LGPL [32] (код unRAR поширюється під змішаною ліцензією: GNU LGPL + обмеження unRAR). За умови наявності ліцензії 7-ZIP можна використовувати безкоштовно на будь-якому комп'ютері, включаючи комп'ютери комерційних організацій, без реєстрації.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ПРИДАТНІСТЬ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ ЯК НОСІЇВ ІНФОРМАЦІЇ У СХОВИЩІ ЕЛЕКТРОННИХ КОПІЙ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ, ТА ВИМОГ ДО НИХ

2.1 Електронне сховище повинно забезпечити збір, впорядкування, зберігання та надання користувачу електронних копій документів СФД. Це передбачає:

- зберігання великого обсягу даних електронних копій документів СФД;
- швидкість запису (читання), достатню для виконання вимог [1] стосовно оперативного забезпечення користувачів копіями документів СФД.

Під час побудови Електронного сховища потрібно забезпечити його сумісність із чинними програмно-апаратними засобами АІС СФДУ, орієнтованими на застосування архітектури клієнт-сервер, та мінімізувати вартість зберігання 1 ГБ інформації.

Схему роботи Електронного сховища наведено на рис. 2.1.

Згідно зі схемою Електронний мікрофільм надходить до Електронного сховища. На підставі метаданих Електронного мікрофільму ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік» формує інформаційно-пошукові характеристики (далі – ІПХ) Електронного мікрофільму та зберігає їх у реляційній базі даних (далі – БД), яку використовують як сховище ІПХ. Дані Електронного мікрофільму (мікрозображення документації) зазначене ПЗ зберігає на файловому сервері, який використовують як сховище даних. Для відтворення електронних копій документів СФД ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення» на підставі завдання на виготовлення копій з документів СФД формує запит до сховища ІПХ та за результатом звернення формує запит на відтворення (містить відомості стосовно місця зберігання мікрозображення документації, дату формування запиту тощо), згідно з яким забезпечується доступ до відповідних даних Електронного мікрофільму.

Підготовлена за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення» електронна копія документа СФД надається замовнику.

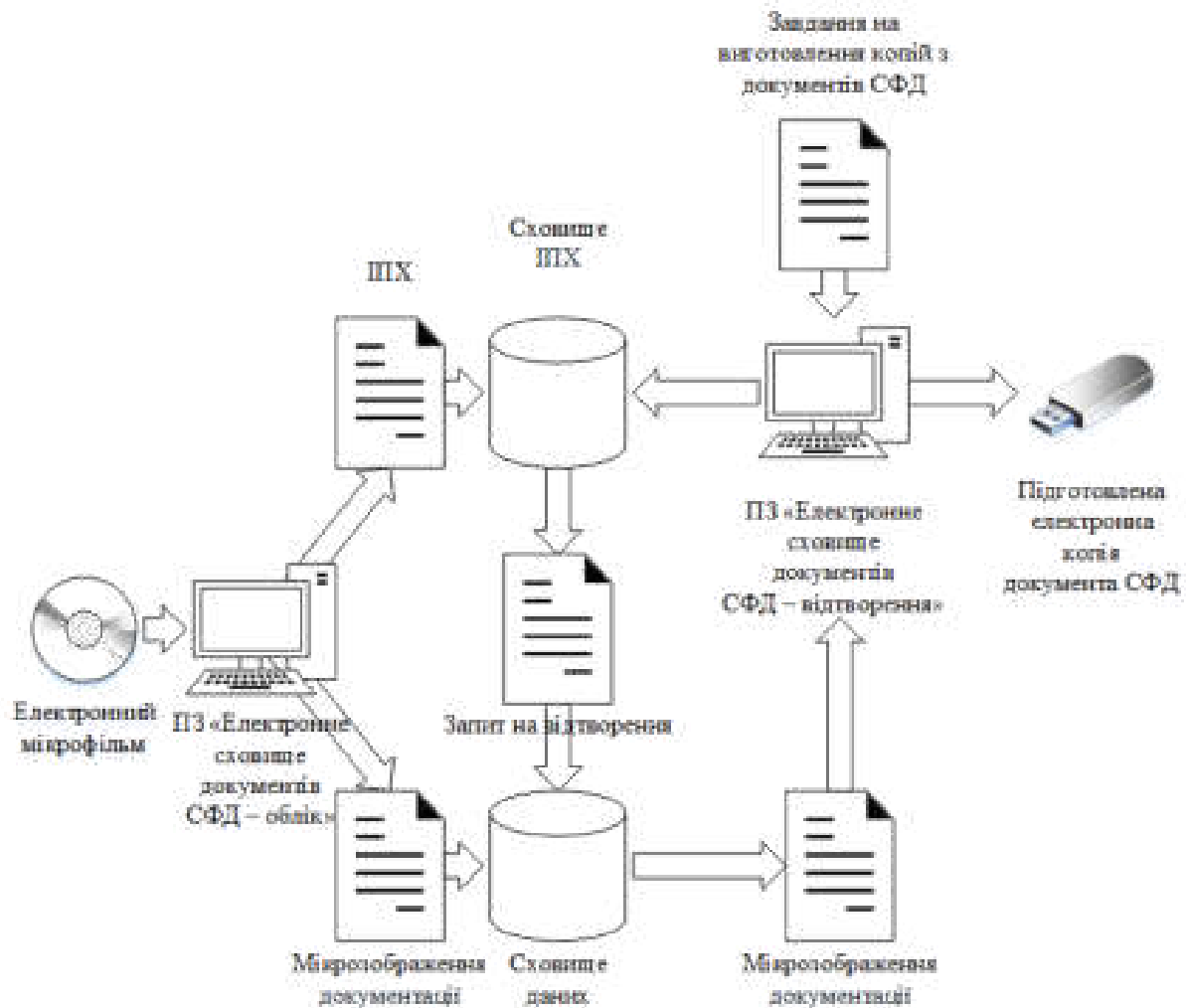


Рисунок 2.1

Мікроображення документації зберігають у файловій системі сховища даних.

Для побудови сховищ даних великого обсягу в електронному вигляді використовують:

- бібліотеки MO- або DVD-дисків [33]. Ці бібліотеки є роботизованими приводами накопичувачів MO- або DVD-дисків з автоматичною зміною носія, наприклад, у вигляді окремих настільних або підлогових пристроїв, приєднаних до сервера, як правило, за допомогою інтерфейсу SCSI;

- мережні сховища (Network Attached Storage – NAS) [34]. Це комп'ютери, основним призначенням яких є надання сервісів для зберігання

даних інших пристроїв у мережі;

– зовнішні дискові RAID-масиви прямого підключення (DAS – Direct-attached storage). Це модулі із системою охолодження і RAID-контролером, в яких можуть знаходитись жорсткі диски форм-фактора 2,5" або 3,5", які приєднують до сервера за допомогою інтерфейсу USB 3.0 та/або eSATA [35].

Характеристики швидкості запису (читання) та вартості зберігання даних як функції відношення ціни виробу до обсягу інформації [36] наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Назва методу зберігання даних	Швидкість запису (читання), МБ/с	Ціна зберігання 1 ГБ даних, грн
Бібліотека MO- або DVD-дисків	320	6
Мережні сховища NAS	128	4,5
Зовнішні масиви жорстких дисків	300	3

Суттєвими недоліками бібліотек MO- та DVD-дисків є низька швидкість запису інформації на диски, недостатня поширеність, і тому висока вартість цих пристроїв. Тому цей метод зберігання даних використовують для забезпечення довгострокового зберігання великих обсягів даних, доступ до яких потрібен здебільшого для читання.

Стрімкий розвиток технологій запису на магнітні пластини сприяв збільшенню щільності інформації на них та зменшенню вартості її зберігання на жорстких дисках. Тому однією з переваг використання жорстких дисків (висока швидкість запису та читання даних) став великий обсяг.

Таким чином, для побудови сховища даних у складі Електронного сховища доцільно використовувати зовнішні масиви жорстких дисків.

2.2 Очевидно, що під час побудови сховища даних з точки зору стратегії довгострокового збереження автентичних електронних документів [3] потрібно особливу увагу приділяти критерію «читаність». На жаль, не залежно від технологій запису інформації, всі види носіїв інформації можуть псуватися і/або деградувати внаслідок впливу навколишнього середовища. Основним способом підвищення рівня відмовостійкості дискових масивів є надлишкове кодування, яке на апаратному рівні реалізують за допомогою RAID-масивів різних рівнів. Існує два основних способи надлишкового кодування, що застосовують у RAID-масивах, – це дублювання і парність.

Перший спосіб (дублювання або дзеркалізація) засновано на використанні двох копій даних, розміщених на окремих дисках (наприклад, масив рівня RAID 1). Це не вимагає додаткових апаратних витрат, але має істотний недолік – використання 50 % дискового простору для зберігання копій даних.

Другий спосіб засновано на обчисленні парності, яка розподіляється циклічно по всіх дисках масиву (наприклад, масиви рівнів RAID 5 і RAID 6). Це дозволяє збільшувати продуктивність запису невеликих обсягів даних у багатозадачних системах.

Зробимо стислий аналіз впливу найпоширеніших технологій побудови RAID-масивів рівнів RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6 на надійність систем. Умовами руйнування всієї системи може бути:

- вихід з ладу одного жорсткого диска (RAID 0);
- вихід з ладу всіх жорстких дисків (RAID 1);
- вихід з ладу двох жорстких дисків (RAID 5);
- вихід з ладу трьох жорстких дисків (RAID 6).

Для розрахунку надійності встановлено ряд умов, за яких розраховують ймовірність виходу з ладу RAID-масиву:

- жорсткі диски вважаємо такими, що мають однакову ймовірність виходу з ладу;
- ймовірність виходу з ладу жорсткого диска протягом заданого інтервалу

часу приймаємо рівною p . У цьому випадку його ймовірність залишатися в працездатному стані $q = 1 - p$.

Згідно з документом [37]:

– ймовірність виходу з ладу системи в разі використання масиву рівня RAID 0 розраховують за формулою:

$$P(A) = 1 - q^N, \quad (2.1)$$

де N – кількість жорстких дисків у RAID-масиві.

Для побудови масиву рівня RAID 0 використовують не менше ніж два жорсткі диски, загальний обсяг яких складає корисний обсяг зазначеного масиву. Ймовірність непрацездатності масиву рівня RAID 0 – це добуток ймовірності виходу з ладу одного жорсткого диска та ймовірності того, що інші диски залишаться працездатними;

– ймовірність виходу з ладу системи в разі використання масиву рівня RAID 1 розраховують за формулою:

$$P(A) = p^N. \quad (2.2)$$

Для побудови масиву рівня RAID 1 використовують парну кількість жорстких дисків, але корисний обсяг зазначеного масиву дорівнює обсягу одного диска, тому що інші диски застосовують для дублювання інформації. Ймовірність непрацездатності масиву рівня RAID 1 – це добуток ймовірності виходу з ладу всіх жорстких дисків;

– ймовірність виходу з ладу системи в разі використання масиву рівня RAID 5 розраховують за формулою:

$$P(A) = 1 - q^N - Npq^{N-1}. \quad (2.3)$$

Для побудови масиву рівня RAID 5 використовують не менше ніж три жорсткі диски. Під час побудови масиву виконується розрахунок кодів парності блоків даних, які разом із їх контрольними сумами зберігаються на всіх жорстких дисках. Тому корисний обсяг зазначеного масиву дорівнює обсягу двох жорстких дисків. Імовірність непрацездатності масиву рівня RAID 5 – це сума імовірності виходу з ладу будь-яких двох жорстких дисків та імовірності виходу з ладу всіх трьох дисків;

– імовірність виходу з ладу системи в разі використання масиву рівня RAID 6 розраховують за формулою:

$$P(A) = 1 - q^N - Npq^{N-1} - 0,5N(N-1)p^2q^{N-2}. \quad (2.4)$$

Для побудови масиву рівня RAID 6 використовують не менше ніж чотири жорсткі диски. Під час побудови масиву виконується розрахунок кодів парності блоків даних за двома різними алгоритмами. Для зберігання інформації про блоки даних та їх контрольні суми виділяються два жорсткі диски, тому корисний обсяг зазначеного масиву дорівнює обсягу двох жорстких дисків. Імовірність непрацездатності масиву рівня RAID 6 – це сума імовірності виходу з ладу будь-яких трьох жорстких дисків та імовірності виходу з ладу всіх чотирьох жорстких дисків.

У таблиці 2.2 наведено приклад розрахунку ймовірності виходу з ладу RAID-масиву в разі, коли ймовірність виходу з ладу жорсткого диска протягом року дорівнює 3 %.

Таблиця 2.2

Рівень	RAID 0	RAID 1	RAID 5	RAID 6
$P(A)$, %	5,91	0,09	0,26	0,01

Використання парності в RAID-масивах зменшує витрати, але значно збільшує час оброблення запитів. З іншого боку, постійне зниження вартості за

одиницю пам'яті жорсткого диска робить привабливим побудову сховища даних із використанням масиву рівня RAID 1, який при своїй простоті реалізації та швидкості опрацювання запитів на запис та читання забезпечує один з найвищих ступенів надійності серед RAID-масивів (трохи поступається RAID 6, але значно переважає за швидкістю запису даних).

2.3 Об'єднані таким чином у масив рівня RAID 1 два фізичні жорсткі диски становлять один логічний носій довгострокового зберігання сховища даних (далі – Носій сховища даних).

У свою чергу сховище ІПХ накопичує та надає відомості, потрібні для виконання вимоги «доступність» стратегії довгострокового збереження автентичних електронних документів. Сумісне використання відомостей, накопичених у сховищі ІПХ і Реєстрі СФД, дозволить підвищити ефективність їх пошуку. Тому доцільно сховище ІПХ розгорнути як схему на чинному сервері БД Реєстру СФД.

Навіть за наявності відмовостійкого RAID-масиву завжди мають бути:

- диски потрібного розміру на заміну (тобто на кожну пару дисків, що утворює масив рівня RAID 1, потрібен щонайменше один резервний);
- кваліфікований фахівець для виконання заміни дисків під час відновлення масиву.

Виконання цих вимог дозволить мінімізувати час на вирішення проблеми. Але бажано не тільки оперативно вирішити проблему, але і попередити її виникнення. Це потребує реалізації в Електронному сховищі системи моніторингу стану жорстких дисків на підставі регулярної перевірки параметрів дисків за технологією Self Monitoring Analysis and Reporting Technology (SMART) [38].

2.4 Сучасні IDE/Serial ATA/SCSI жорсткі диски підтримують SMART, що є промисловим стандартом прогнозу надійності, для контролювання стану диска за допомогою різних методів і пристроїв (датчиків). Ці обмірювані значення є атрибутами: деякі з них прямо або побічно впливають на стан жорсткого диска, інші дають статистичну інформацію. Зміст атрибутів може

відрізнятися залежно від виробника, але більшість атрибутів використовують всі виробники для відображення подібних характеристик.

За поточним станом жорсткого диска постійно стежать декілька датчиків, обмірювані значення яких оброблюють за певними алгоритмами. Результати оброблення відображають відповідні SMART-атрибути.

Використовуючи SMART, можна припустити з досить великою ймовірністю виникнення проблем, пов'язаних із:

- магнітними головками диска;
- фізичними пошкодженнями диска;
- логічними помилками;
- механічними проблемами (пошкодження приводу, системи позиціонування);
- подачею живлення;
- температурою.

SMART-атрибут має такі поля:

- ID – ідентифікаційний номер атрибута. Кожен атрибут має свій унікальний ID, який повинен бути однаковим незалежно від виробників дисків;
- ATTRIBUTE_NAME – назва атрибута, яка може відрізнятися залежно від виробників дисків;
- FLAG (Status flag) – кожен атрибут має певний прапор, призначений виробником диска. Прапор атрибута може позначати, наприклад, критичність (попереджує про можливу відмову або аварію в роботі жорсткого диска) або статистичність (значення, що не характеризує безпосередньо стан). В ОС з графічним інтерфейсом значення цього прапора надається у вигляді набору буквених позначень, а саме:

1) w (Warranty). Вказує на життєво важливий атрибут диска, на який поширюється гарантія виробника. Якщо значення атрибута з встановленим цим прапором досягне граничного (threshold) значення (а диск ще на гарантії), то виробник повинен буде замінити диск безкоштовно);

2) p (Performance). Вказує на некритичний атрибут, який є показником продуктивності диска;

3) r (Error Rate). Вказує на атрибут з частотою помилок;

4) c (Count of occurrences). Вказує на атрибут – лічильник подій;

5) o (Online test). Вказує на атрибут, який оновлює значення тільки через on-line тести. Якщо не зазначений, то оновлюється через off-line тести;

6) s (Self preserving). Вказує на атрибут, який може збирати і зберігати дані про диск, навіть якщо SMART відключений;

– Raw_value – об'єктивне значення атрибута, яке відображається в десятковому форматі (обчислюється firmware диска) у відомих лише виробнику одиницях. Ці дані обробляються за алгоритмом, розробленим виробником диска для обчислення атрибутів Value, Threshold і Worst;

– Value – поточне значення атрибута (оцінка атрибута диска на основі Raw_value). У нового жорсткого диска цей атрибут має максимальне значення (наприклад, 100, 200 або 253) і зменшується протягом життєвого циклу диска;

– Worst – найнижче значення атрибута за життєвий цикл диска. Значення може змінюватися, але не повинно бути нижче або рівним граничному значенню (threshold);

– Thresh (Threshold) – граничне значення атрибута, яке призначене виробником диска і не змінюється протягом життєвого циклу диска. Якщо значення Value атрибута стане рівним або менше граничного, диск потрібно замінити.

Вважають, що значення атрибута задовільне, якщо воно більше або дорівнює граничному. Якщо це не так для критичного атрибута, можна спрогнозувати відмову жорсткого диска і він повинен бути негайно замінений. Якщо граничне значення будь-якого атрибута дорівнює 0, за цим атрибутом неможливо передбачити відмову, тому що значення не може бути менше ніж за 0.

Математично це можна визначити за допомогою формули:

$$A - f(r) \geq C, \quad (2.5)$$

де A – теоретичне максимальне («краще») значення атрибута;

$f(r)$ – функція для розрахунку збитку на основі даних, обмірюваних за допомогою датчика або лічильника значень атрибута. Звичайно це є лінійною функцією;

C – граничний рівень (граничне значення атрибута) конкретного постачальника, якщо значення атрибута нижче цього рівня, то атрибут вважають проблематичним.

Цей метод має ряд недоліків. Максимальне значення атрибута A , коефіцієнт лінійності функції $f(r)$, граничний рівень C , обмірювані за допомогою датчиків значення, не визначені точно. Ці значення можуть відрізнятися у жорстких дисків різних моделей навіть одного виробника. Іншим недоліком є те, що атрибути обчислюються незалежно один від одного, відносини між ними ігноруються. Тому виробники жорстких дисків пропонують власні інструменти, які інтерпретують дані, надані системою SMART. З одного боку, користуватися такими інструментами легко і зручно: вони дають чітку та однозначну оцінку стану диска і правильно інтерпретують значення атрибутів. З іншого боку, наданої такими інструментами інформації часто не вистачає для вдумливого аналізу, тому що оцінки базуються на невідомих даних, оброблених невідомими алгоритмами, та обмежуються повідомленнями щодо доброго стану параметра. Для аналізу придатності жорсткого диска для надійного зберігання інформації потрібно відстежувати стан таких параметрів:

– Reallocated Sectors Count (05) – лічильник переміщених (переадресованих) секторів. Цей параметр відстежує кількість ненадійних і збійних секторів,

переадресованих контролером жорсткого диска в спеціальну резервну область. На якісних нових жорстких дисках цей параметр повинен дорівнювати нулю. Сама по собі наявність невеликої кількості таких секторів (набагато нижче граничного значення, обумовленого виробником) не є ознакою серйозної загрози цілісності даних, але поступове (а тим більше – швидке) збільшення кількості переміщених секторів вказує на надмірний або передчасний знос пластин жорсткого диска і є прямим показником для його заміни. Головною небезпекою такої несправності може бути втрата інформації, а причиною виникнення – фізичний вплив, стрибки напруги, заводські дефекти, збої у роботі мікропрограми жорсткого диска. Методом профілактики є періодичне тестування поверхні жорсткого диска, яке проводять як на читання, так і на запис даних. При цьому збійні сектори будуть позначені, що унеможливить подальше їх використання для зберігання інформації. Якщо під час наступних перевірок додаткові збійні сектори виявлені не будуть, то такий жорсткий диск можна використовувати для зберігання тимчасової (неважливої) інформації;

– Spin Retry Count (10) – кількість спроб розкручування пластин. Якщо мотору жорсткого диска не вдається розкрутити пластини з першої спроби, значення цього лічильника збільшується. Помітна кількість таких спроб вказує на високу ймовірність механічної поломки жорсткого диска. Основні причини збільшення значення цього атрибута – поганий контакт жорсткого диска з блоком живлення або неможливість блоку живлення забезпечити жорсткому диску потрібний струм. Якщо значення атрибута більше 2, в першу чергу слід звернути увагу на стан блоку живлення, його якість, навантаження на нього, перевірити контакт жорсткого диска з кабелем живлення та сам кабель живлення;

– Reallocation Event Count (196) – лічильник подій переадресації. Значення атрибута збільшується під час кожної успішної або не успішної переадресації сектора. Збільшення значення атрибута означає поступове зношення жорсткого диска. Цей атрибут безпосередньо пов'язаний з атрибутом Reallocated Sectors Count. У разі зростання Reallocation Event Count найчастіше

зростає і Reallocated Sectors Count. Якщо Reallocated Sectors Count не зростає, значить під час спроби переадресації ненадійного сектора контролер жорсткого диска виправив його, сектор був визнаний здоровим і в переміщенні його в резервну область не було потреби. Зростання параметра Reallocation Event Count, як і зростання Reallocated Sectors Count, є прямим показником для заміни жорсткого диска;

– Current Pending Sector Count (197) – лічильник секторів, помічених для переадресації. Наприклад, якщо під час роботи в режимі читання контрольна сума сектора не відповідає даним у ньому, контролер жорсткого диска позначає його як ненадійний, заносить в спеціальний внутрішній список і збільшує параметр Current Pending Sector Count.

Під час спроби запису в сектор контролер жорсткого диска спочатку перевіряє наявність його у внутрішньому списку ненадійних секторів. Якщо сектор у зазначеному списку не знайдено, запис проходить звичайним порядком, якщо знайдено – проводиться тестування цього сектора записом (читанням). У разі нормального виконання тестування сектор вважається справний, жорсткий диск завершує запис і видаляє сектор із внутрішнього списку ненадійних секторів (значення атрибута Current Pending Sector Count зменшується). Якщо тестування закінчується невдало, жорсткий диск виконує операцію переадресації сектора, значення атрибута Current Pending Sector Count зменшується, значення атрибутів Reallocated Sectors Count та Reallocation Event Count збільшуються. У разі ненульового значення атрибута Current Pending Sector Count потрібно запустити тест послідовного читання всієї поверхні жорсткого диска з опцією переадресації збійних секторів. Таким чином, велике значення цього лічильника вказує на потребу заміни жорсткого диска, а його зростання з часом – на термінову заміну;

– Uncorrectable Sector Count (198) – лічильник збійних секторів, виявлених під час самотестування мікропрограмою (контролером) жорсткого диска. Якщо дані не вдається прочитати після багатьох спроб, перемістити такий сектор неможливо і він позначається як збійний. Наявність помітної кількості таких

секторів є ознакою зношення або несправності жорсткого диска;

– Read Error Rate (201)/Write Error Rate (200) – частота помилок читання/запису. Ці параметри трактуються різними виробниками по-різному, тому їх аналіз краще залишити програмам від виробника жорсткого диска. Наприклад, ненульове значення у жорстких дисків Western Digital може означати проблеми зі зчитувальними головками.

2.5 Аналіз статистичних даних дешевих жорстких дисків споживчого класу Seagate, Hitachi і Western Digital, накопичених фірмою Backblaze (у дата-центрі Backblaze для надання послуг дешевого хмарного бекапа працює 38441 диск, де зберігається понад 100 ПБ інформації. Згідно з маркетинговою політикою фірми закупаються дешеві жорсткі диски споживчого класу, які у 2 – 2,5 рази дешевше, ніж жорсткі диски класу Enterprise) [39], наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Модель	Обсяг, ТБ	Кількість дисків, шт.	Середній термін, рік	Відмови за рік, %
1	2	3	4	5
Seagate Desktop HDD.15 (ST4000DM000)	4.0	9619	0.6	3.0
Hitachi GST Deskstar 7K2000 (HDS722020ALA330)	2.0	4706	3.4	1.1
Hitachi GST Deskstar 5K3000 (HDS5C3030ALA630)	3.0	4593	2.1	0.7
Seagate Barracuda 7200.14 (ST3000DM001)	3.0	3846	1.9	15.7
HGST Megaspale 4000.B (HMS5C4040BLE640)	4.0	2884	0.2	—

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
Hitachi Deskstar 5K4000 (HDS5C4040ALE630)	4.0	2627	1.2	1.2
Seagate Barracuda LP (ST31500541AS)	1.5	1699	4.3	9.6
HGST Megascale 4000 (HMS5C4040ALE640)	4.0	1305	0.1	—
Hitachi Deskstar 7K3000 (HDS723030ALA640)	3.0	1022	2.6	1.4
Western Digital Red (WD30EFRX)	3.0	776	0.5	8.8
Western Digital Caviar Green (WD10EADS)	1.0	476	4.6	3.8
Seagate Barracuda 7200.11 (ST31500341AS)	1.5	365	4.3	24.9
Seagate Barracuda XT (ST33000651AS)	3.0	318	2.2	6.7

На підставі наведеної статистики можна рекомендувати використовувати для Електронного сховища жорсткі диски Hitachi або Western Digital у складі Носія сховища даних.

Слід також відзначити, що протестовані фірмою Backblaze жорсткі диски працювали в режимі 24x7.

2.6 Оскільки постійне підключення жорстких дисків негативно впливає на їх працездатність, було запропоновано до Електронного сховища підключати в поточний момент часу лише один Носій сховища даних. Решта – знаходиться

в резерві у спеціалізованому приміщенні, на яке накладаються особливі вимоги як з точки зору організації доступу до режимних приміщень [40], так і з точки зору температурно-вологісних вимог до зберігання жорстких дисків, визначених виробником. Наприклад, у специфікаціях виробник жорстких дисків Seagate гарантує працездатність носіїв для діапазону температур зберігання від мінус 40 °C до 70 °C і відносної вологості від 5 % до 95 % [41], але поява конденсату на носіях недопустима.

Для створення високопродуктивного і надійного сховища, яке можна легко відключити від персональної електронно-обчислювальної машини (далі – ПЕОМ) і перенести до резерву для зберігання у спеціалізованому приміщенні (забезпечення ротації RAID-масивів), пропонується використовувати зовнішні дискові RAID-масиви прямого підключення. Такий дисковий масив з інтерфейсом USB 3.0 (пропускна спроможність 4,8 Гбіт/с) та/або eSATA (пропускна спроможність 3 Гбіт/с) дозволяє отримати таку ж високу швидкість читання та запису, як під час роботи з внутрішнім жорстким диском, а також проводити підключення та відключення жорстких дисків без вимкнення ПЕОМ. Зараз на ринку комп'ютерних комплектувальних виробів доступно багато моделей цих пристроїв, наприклад: Welland ME-580J, AgeStar 3U2B3A1 тощо.

Оскільки BIOS RAID-контролера показує підключені до нього жорсткі диски не як окремі фізичні пристрої, а як фізичний том, і зазвичай сам визначає загальний стан носіїв (стан масиву «DEGRADED» або «ACTIVE»), для детального моніторингу SMART-параметрів потрібно переключати RAID-контролер у режим звичайного контролера для окремого тестування жорстких дисків.

Моніторинг стану Носіїв сховища даних пропонується виконувати кожний раз перед підключенням їх до Електронного сховища та перед поверненням у резерв у результаті ротації. Для мінімізації ризику втрати робочого стану через надмірний час знаходження Носія сховища даних у резерві (а також надмірний час підключення до Електронного сховища)

максимальний час планової ротації ($T_{\max}$) повинен бути набагато менший, ніж середньостатистичний час безвідмовної роботи (пропонується здійснювати ротацію раз на три місяці). Шлях, який проходять Носії сховища даних в Електронному сховищі: від спеціалізованого приміщення, де знаходяться на резервному зберіганні через процедуру моніторингу стану, до підключення до Електронного сховища і навпаки, – схематично наведено на рис. 2.2.

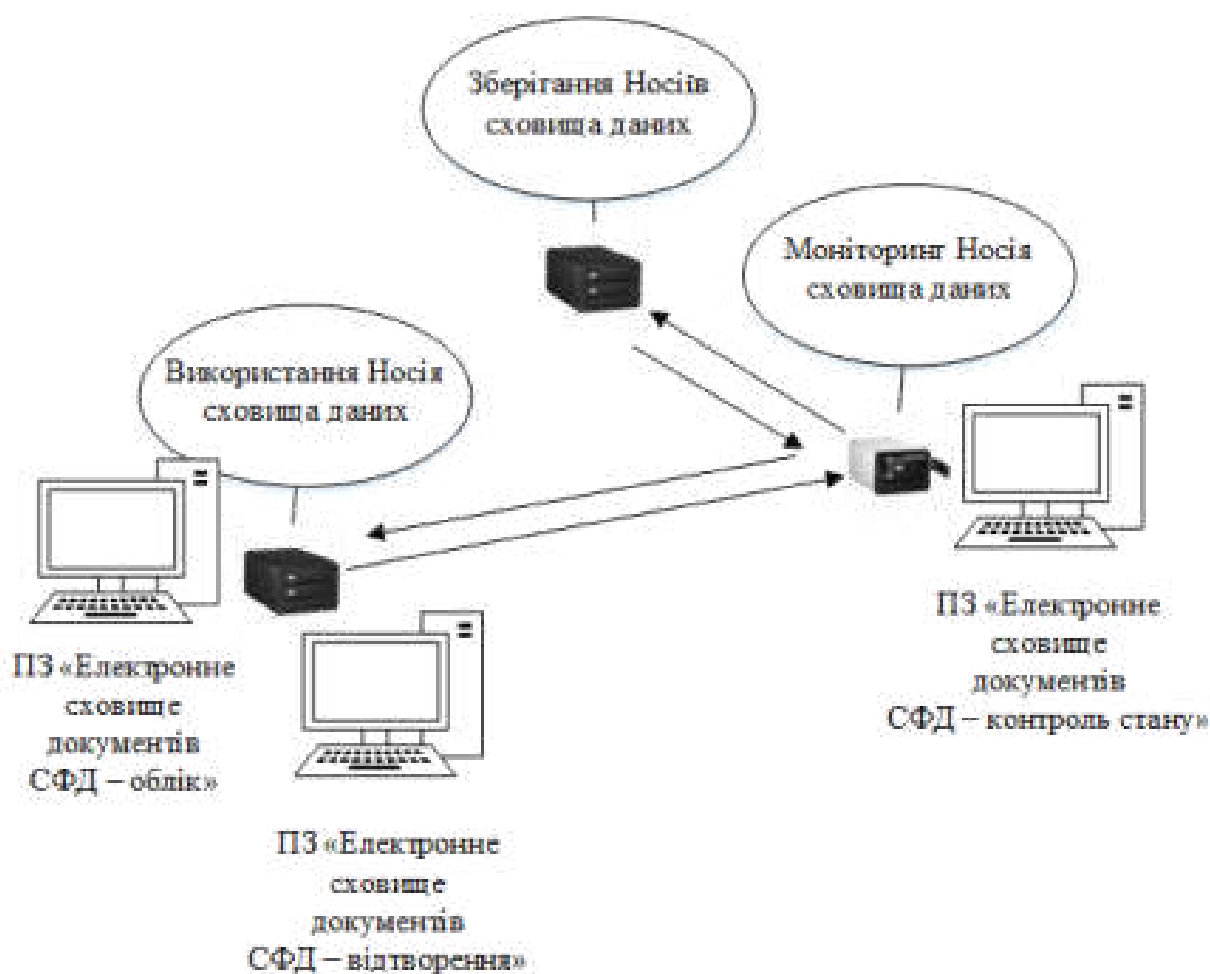


Рисунок 2.2

Оскільки пропонується здійснити в стислі терміни планову ротацію Носіїв сховища даних, а перевірка SMART-параметрів носіїв, об'єднаних у RAID-масив, є нетривіальною задачею, то потрібно:

- проводити SMART-тест Носіїв сховища даних лише перед їх закладанням на зберігання;
- перевірку робочого стану Носіїв сховища даних, що знаходились на

резервному зберіганні, виконувати засобами RAID-контролера перед підключенням до Електронного сховища.

Для оперативної заміни зовнішнього дискового масиву прямого підключення, що вийшов з ладу, потрібно мати щонайменше один резервний.

2.7 Електронне сховище може наповнюватись даними за рахунок:

- надходження на базу зберігання даних мікрофільму, підготовленого до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51»;
- виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД.

Під час досліджень для визначення вхідних даних, потрібних для розрахунку обсягу жорстких дисків та часу створення електронних копій документів СФД, були проведені вибірки з баз даних РЦ СФД.

Для визначення виду формату комплекту документації, який можна було б взяти за основу для розрахунку часу, потрібного для підготовки файлів до запису на жорсткий диск, було розраховано математичне сподівання (середнє значення) формату, який надходить на мікрофільмування до РЦ СФД.

$$R_j \rightarrow \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (2.6)$$

де R_j, R_i – кількість аркушів за відповідним видом формату документа;

n – кількість видів форматів, що надходили до РЦ СФД.

Таким чином, вид формату було визначено через кількість аркушів за відповідним видом формату, яка прямує до математичного сподівання формату, що надходить на мікрофільмування до РЦ СФД. Дані з кожного РЦ СФД свідчать про те, що таким форматом можна вважати А4х3. Цей формат на кратності, що використовують для зйомки РЦ СФД, займає два кадри. Згідно з проведеними дослідженнями в середньому на рулоні мікрофільму

розташовують 300 кадрів, а електронна копія такого документа СФД на жорсткому диску займає не більше 400 Мб. Додатково для зберігання метаданих Електронного мікрофільму за типом «мікрозображення документації» у таблицях БД потрібно для кожного кадру близько 4 кБ дискового простору (див. таблицю 1.1).

Наповнення Електронного сховища за рахунок надходження на базу зберігання мікрофільмів, підготовлених до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51», передбачає наявність потрібного для зберігання даних дискового простору та часу для їх реєстрації (буде визначено під час розроблення змін до відповідних типових технологічних процесів (далі – ТТП) та стандартів). Тому на цьому етапі є можливість дати тільки оцінку потрібного для зберігання електронних копій документів СФД дискового простору. Так, для зберігання 500 рулонів обсяг жорсткого диска повинен бути не менше 250 Гб та 2 Мб для зберігання метаданих у БД.

Для наповнення Електронного сховища за рахунок виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД, крім вимог до дискового простору, можна оцінити час, потрібний для створення електронної копії документа СФД на підставі даних документа [42].

У таблиці К.3 документа [42] наведено дані щодо часу сканування, компонування, калібрування та коригування формату А4х3, знятого з кратністю 10,5^x. На підставі цих даних визначимо час для виготовлення електронної копії документа СФД з існуючих мікрофільмів СФД. На 300 кадрах мікрофільму СФД може бути замикрофільмовано 150 форматів А4х3. Таким чином, стосовно зазначеного мікрофільму СФД час для:

- сканування $t_{\text{скан.}} = 150 \times 5,13 = 769,5 \text{ хв} \approx 12,8 \text{ год};$
- компонування $t_{\text{комп.}} = 150 \times 3,37 = 505,5 \text{ хв} \approx 8,4 \text{ год};$
- калібрування $t_{\text{калібр.}} = 150 \times 3,04 = 456 \text{ хв} \approx 7,6 \text{ год};$
- коригування $t_{\text{кор.}} = 150 \times 7,46 = 1119 \text{ хв} \approx 18,7 \text{ год}.$

Відповідно до таблиці 5.2 документа [42] час, потрібний для виконання переходів операції «Контроль фізичного стану мікрофільмів СФД», складає близько $t_{\text{контр.}} = 24$ хв. Таким чином, час для виготовлення електронної копії документа СФД з існуючих мікрофільмів СФД становить:

$$\begin{aligned} t_{\text{виг.}} &= t_{\text{скан.}} + t_{\text{комп.}} + t_{\text{калібр.}} + t_{\text{кор.}} + t_{\text{контр.}} = \\ &= 769,5 + 505,5 + 456,0 + 1119 + 24,0 = 2874 \text{ хв} \approx 47,9 \text{ год}; \end{aligned}$$

Відповідно до наведеного розрахунку можна дійти висновку, що основна складність створення Електронного сховища за цим способом наповнення полягає у великій трудомісткості проведення робіт. Так, для виготовлення 500 Електронних мікрофільмів з існуючих мікрофільмів СФД потрібно 23950 люд./год., вимоги до дискового простору не відрізняються від попереднього прикладу. Тому для забезпечення наповнення Електронного сховища за рахунок виготовлення електронних копій документів СФД з існуючих мікрофільмів СФД, фахівцям відповідних підрозділів НДІ мікрографії та Державного департаменту страхового фонду документації (далі – Департамент) потрібно провести аналіз закладених на зберігання комплектів документів та визначити обсяг і черговість виготовлення електронних копій документів СФД з існуючих мікрофільмів СФД.

Для технічного забезпечення роботи Електронного сховища у найближчі 5 років, протягом яких можливо надійне зберігання електронних копій документів СФД, потрібно придбати шість жорстких дисків Hitachi обсягом 1ТБ кожний. Чотири жорсткі диски використовуватимуться у двох зовнішніх дискових масивах прямого підключення рівня RAID 1 та утворять, таким чином, два Носія сховища даних. Два жорсткі диски потрібні для забезпечення оперативної заміни у разі виходу з ладу одного з жорстких дисків RAID-масиву. Для оперативної ротації RAID-масивів потрібно придбати два зовнішніх дискових масиви прямого підключення, які забезпечать створення масиву рівня RAID 1, мають інтерфейс USB 3.0 та/або eSATA та вбудовану систему активного охолодження жорстких дисків, наприклад, Welland ME-580J

або схожих за характеристиками. Це забезпечить збереження приблизно 3 тис. електронних копій документів СФД.

Довгострокове зберігання електронних копій документів СФД на жорстких дисках можна забезпечити шляхом їх періодичної заміни. Під час проведення заміни жорстких дисків потрібно враховувати швидке старіння комп'ютерних технологій та носіїв зберігання даних. Час та періодичність заміни мають бути узгоджені з періодом проведення робіт з атестації комплексної системи захисту інформації. Вибір типу та марки носіїв повинен ґрунтуватись на аналізі статистичних даних їх використання у системах зберігання даних.

Після заміни подальше використання носіїв поза межами Електронного сховища можливо тільки після виконання заходів зі знищення інформації. Знищення інформації передбачає стирання або очищення жорсткого диска таким чином, щоб унеможливити її відновлення ані за допомогою спеціальних програмних засобів, ані за допомогою лабораторних засобів (наприклад, дослідження поверхні магнітних пластин за допомогою скануючої мікроскопії [43]). На сьогодні існує декілька способів знищення інформації з жорстких дисків:

- програмні, за допомогою штатних програмних засобів запису інформації на магнітні носії;
- механічні, шляхом пошкодження основи, на яку нанесено магнітний шар;
- фізичні, засновані на змінах у структурі магнітного матеріалу робочої поверхні жорсткого диска.

Таким чином, щоб запобігти витоку інформації з обмеженим доступом та мати можливість подальшого використання жорстких дисків, отриманих після заміни в Електронному сховищі, але цілком справних і непошкоджених, потрібно за допомогою спеціалізованого ПЗ не тільки стерти інформацію з цих дисків, але і записати послідовність нулів або одиниць у загрузочний сектор, в основну та резервну таблиці розділів і в область секторів збереження даних зазначених дисків.

На несправних, пошкоджених або зношених жорстких дисках надійне знищення інформації програмними засобами гарантувати не можливо. У цих випадках використовують механічні або фізичні способи.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОРЯДКУ КОНТРОЛЮ ЦІЛІСНОСТІ ВІДОМОСТЕЙ В ЕЛЕКТРОННОМУ ВИГЛЯДІ ЩОДО ЗМІСТУ РУЛОНУ МІКРОФІЛЬМУ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ

3.1 Під час планування стратегії довгострокового зберігання [3] потрібно враховувати критерій «автентичність». Автентичні електронні документи – це документи, що містять надійну інформацію, яка не була спотворена, змінена або зіпсована протягом часу. Організації, які прагнуть забезпечити довгостроковий доступ до автентичних документів, повинні звернути увагу на такі три ключові аспекти своєї стратегії:

- передача/приймання на зберігання й відповідальне зберігання;
- середовище зберігання;
- управління доступом і захист.

Проблема автентифікації даних тісно пов'язана з проблемою їх цілісності. Якщо автентичність даних не встановлено, то питання про їх цілісність не може бути вирішено. Таким чином, механізми перевірки цілісності даних забезпечують автентифікацію даних, і навпаки.

Ще одним важливим критерієм стратегії довгострокового зберігання, який тісно пов'язаний із цілісністю даних, є «читаність». Електронний документ може втратити читаність внаслідок впливу несприятливих умов зберігання або морального старіння носіїв.

У криптографії та інформаційній безпеці під цілісністю даних розуміють їх збереження в тому вигляді, в якому вони були створені.

Причинами порушення цілісності даних можуть бути:

- випадкова зміна під час передачі інформації телекомунікаційними засобами або у разі несправності електронних носіїв;
- навмисне підроблення документа зловмисником.

Формування, зберігання та використання Електронного мікрофільму – це комплекс задач, що виконують територіально відокремлені спеціальні установи СФД України. Тому потрібно враховувати специфіку забезпечення цілісності Електронного мікрофільму під час обміну між різними установами та його зберігання в межах однієї установи.

Під час обміну даними між різними установами мають місце такі ризики:

- випадкова зміна даних у зв'язку із несправністю електронних носіїв. У цьому випадку Електронний мікрофільм не відповідає критерію «читаність»;
- навмисне підроблення документа зловмисником або заперечення установою-відправником факту відправлення даних. У цьому випадку Електронний мікрофільм не відповідає критерію «автентичність».

У разі зберігання Електронного мікрофільму в межах однієї установи можна зробити припущення, що навмисне підроблення документа зловмисником зведено організаційно-технічними заходами до мінімуму (наприклад, впровадженням комплексної системи захисту інформації). Тому потрібно запобігти втраті Електронним мікрофільмом цілісності лише у зв'язку із випадковою зміною під час передачі інформації телекомунікаційними засобами або у зв'язку із несправністю електронних носіїв.

3.2 У сфері інформаційної безпеки для вирішення задачі контролю цілісності даних застосовують криптографічні контрольні суми. Методи формування криптографічних контрольних сум поділяються на коди автентифікації повідомлень (далі – КАП) на базі симетричних криптографічних перетворень і електронні цифрові підписи (далі – ЕЦП) на базі несиметричних перетворень із застосуванням секретних ключів та можуть застосовуватися для обчислення криптографічних контрольних сум та для інших перетворень. Їх називають функціями хешування (або хеш-функціями), і в широкому сенсі вони повинні задовольняти мінімум двом вимогам [44]:

– стиснення – функція хешування перетворює вхідне повідомлення довільної кінцевої довжини в хеш-значення невеликої фіксованої довжини, при цьому вхідне повідомлення називатимемо прообразом;

– простота обчислення – для заданої функції хешування та повідомлення хеш-значення обчислюють не вище ніж з поліноміальною складністю.

Усі існуючі хеш-функції можна розділити на два класи: безключові хеш-функції, залежні тільки від повідомлення, і хеш-функції з секретним ключем, залежні від повідомлення і секретного ключа.

Підкласом безключової хеш-функції є коди виявлення змін (modification detection codes, MDC-коди). У криптографії застосовують специфічні підкласи MDC-кодів, які є односпрямованими і безколізійними хеш-функціями, котрі поширені в системах ЕЦП.

Функції вироблення КАП є підкласом ключових хеш-функцій і мають додаткову властивість обчислювальної стійкості.

За внутрішнім перетворенням хеш-функції можна поділити на функції, що використовують:

– бітові логічні перетворення. Ці функції застосовують до вхідного повідомлення різні побітові нелінійні операції;

– блокові симетричні шифри (застосовують в основному для реалізації функцій вироблення КАП);

– перетворення в групах, полях і кільцях з цілочисельним або поліноміальним базисом;

– матричні перетворення.

3.3 З метою контролю цілісності даних за допомогою хеш-функцій отримують:

– контрольні суми;

– криптографічні хеш-функції;

– ЕЦП.

Контрольні суми використовують для захисту від ненавмисних спотворень, у тому числі помилок апаратури [45], і застосовують під час

передачі в TCP/IP, в ZIP-архівах тощо.

За швидкістю алгоритми обчислення контрольної суми на один-два порядки швидше, ніж криптографічні хеш-функції, і значно простіші в апаратному виконанні. Але їх недоліки (відсутність криптостійкості та низка розрядність у порівнянні із хеш-значеннями, отриманими із застосуванням криптографічних хеш-функцій), які дозволяють зловмиснику легко підігнати повідомлення під заздалегідь відому суму та підвищують ризик виникнення ненавмисних колізій, роблять недоцільним застосування контрольних сум для забезпечення цілісності даних Електронного мікрофільму.

Криптографічні хеш-функції [46, 47] позбавлені недоліків контрольних сум (що захищає від випадкової, але не захищає від навмисної підміни даних), оскільки додатково відповідають вимогам щодо стійкості до колізій, обчислення прообразу та обчислення другого прообразу.

Функцію, що задовольняє вимогам стиснення, простоти обчислення, стійкості до обчислення прообразу та стійкості до обчислення другого прообразу називають односпрямованою хеш-функцією.

Функцію, що задовольняє вимогам стиснення, простоти обчислення, стійкості до обчислення другого прообразу і стійкості до колізій називають безколізійною хеш-функцією.

На практиці зазвичай використовують хеш-функції, які одночасно є безколізійними і односпрямованими.

Односпрямовані хеш-функції також застосовують для вирішення інших завдань, наприклад, вироблення ключів. Для цього хеш-функція повинна задовольняти таким вимогам [48]:

- відсутність кореляції;
- стійкість до близьких колізій;
- стійкість до часткової односпрямованості;
- можливість роботи в режимі розтягування.

Вимогою, що пред'являють до застосовуваних у криптографії хеш-функцій з секретним ключем, є обчислювальна стійкість – неможливість

знаходження хеш-значення для заданого повідомлення без відомого секретного ключа. Ця вимога передбачає виконання вимоги стійкості ключа, однак, вимога стійкості ключа не передбачає виконання вимоги обчислювальної стійкості.

Хеш-функція з секретним ключем є функцією вироблення КАП, якщо виконуються вимоги стиснення, обчислювальної простоти (у разі відомого сеансового ключа) і обчислювальної стійкості.

Слід розрізняти функції вироблення КАП і односпрямовані хеш-функції з секретним ключем, яка є частиною повідомлення, тому що вони мають різні властивості. У функціях вироблення КАП секретний ключ застосовують до кожного блоку повідомлення. У односпрямованих хеш-функціях ключ використовують префіксним (на початку повідомлення), постфіксним (в кінці повідомлення) або комбінованим методом, що знижує стійкість функції.

3.4 Було розглянуто сучасні односпрямовані і безколізійні функції хешування та функції вироблення КАП, що використовують в криптографічних системах захисту інформації: ГОСТ 34311–95, HAVAL, SHA-1, RIPEMD-160, MD4, MD5, ГОСТ 28147–89 режим 4, Rijndael CBC-MAC, Whirlpool, SHA-2, UMAC. Нові вимоги до стійкості криптографічних алгоритмів, висунуті в ході розроблення проектів AES і NESSIE [49], припускають три основних рівні стійкості: 2^{128} , 2^{192} і 2^{256} (ключі довжиною 128, 192 і 256 біт). Для їх забезпечення мінімальна довжина хеш-значення повинна становити 256, 384 і 512 біт відповідно. Широко використовуваний на цей час алгоритм хешування SHA-1 виробляє хеш-значення довжиною 160 біт і має стійкість до колізій 2^{80} . Теоретично SHA-1 вважають зламаним (у лютому 2005 року Сяюян Ван, Іцюнь Ліза Інґ і Хунбо Юй представили атаку на повноцінний SHA-1, яка вимагає менше 269 операцій). І хоча на практиці подібний злом нездійснений, тому що займе п'ять мільярдів років, однак було вирішено доопрацювати алгоритм хешування SHA-1 для можливості формування хеш-значень довжиною 256, 384 і 512 біт. У свою чергу алгоритм хешування SHA-2 поділяється на три алгоритми: SHA-256, SHA-384 і SHA-512. Характеристики деяких хеш-функцій наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Хеш-функція	Клас функції	Базові перетворення	Довжина хеш-значення, біт
Whirlpool	односпрямована	у кінцевих полях і матрицях	512
SHA-2	односпрямована	логічні та арифметичні	256, 384, 512
ГОСТ 34311–95	односпрямована	блочний симетричний шифр	256
HAVAL	односпрямована	логічні та арифметичні	128, 160, 192, 256
SHA-1	односпрямована	логічні та арифметичні	160
RIPEMD-160	односпрямована	логічні та арифметичні	160
MD5	односпрямована	логічні та арифметичні	128
MD4	односпрямована	логічні та арифметичні	128
UMAC	односпрямована, вироблення КАП	у кільцях	128, 64
Rijndael CBC-MAC	вироблення КАП	блочний симетричний шифр	128
ГОСТ 28147–89 (режим 4)	вироблення КАП	блочний симетричний шифр	64

Для оцінки складності реалізації хеш-функцій [47] була виміряна швидкість роботи офіційних реалізацій на мові С. Як компілятор використовували Microsoft Visual C++ 6.0. Тестування швидкості роботи проводили на комп'ютерах Pentium III 1 ГГц, оперативна пам'ять 256 МБ під

управлінням ОС Microsoft Windows 2000 Professional. Результати тестування швидкості роботи алгоритмів хешування наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Хеш-функція	Кількість циклів	Швидкість роботи, Мбіт/с
Whirlpool	10	46,961
SHA-2 (512)	80	68,701
SHA-2 (256)	64	135,557
ГОСТ 34311–95	—	83,056
HAVAL	96 (128, 160)	564,809
SHA-1	80	344,433
RIPEMD-160	160	246,568
MD5	64	574,635
MD4	48	467,793
UMAC	—	1648,953
Rijndael CBC-MAC	14	231,255
ГОСТ 28147–89 (режим 4)	16	315,270

Під час розроблення ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» було встановлено, що обсяг 600 кадрів підготовлених зображень документації на промислову продукцію у середньому становив 800 МБ. Середній час, потрібний для обчислення хеш-значення відповідного Електронного мікрофільму за кожним алгоритмом, наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Хеш-функція	Час обчислення, с
Whirlpool	136,3
SHA-2 (512)	93,2
SHA-2 (256)	47,2
ГОСТ 34311–95	77,1
HAVAL	11,3
SHA-1	18,6
RIPEMD-160	26,0
MD5	11,1
MD4	13,7
UMAC	3,9
Rijndael CBC-MAC	27,7
ГОСТ 28147–89 (режим 4)	20,3

Оскільки мінімальні вимоги до стійкості, визначені під час розроблення стандарту AES, відповідають складності атаки, що дорівнює 2^{128} , то для нових криптографічних систем можна рекомендувати тільки односпрямовані хеш-функції, які мають довжину хеш-значення не менше ніж 256 біт (SHA-2, ГОСТ 34311-95, HAVAL) і стійкість до колізій не менше ніж 2^{128} . У системах, для яких потрібна висока швидкість роботи, рекомендується застосовувати HAVAL, для решти – SHA-2 (256). В Україні як державний стандарт прийнято алгоритм ГОСТ 34311–95, який повинен використовуватися в системах, що підлягають сертифікації.

Для забезпечення цілісності Електронного мікрофільму в межах однієї спеціальної установи СФД України (див. 3.1) можна рекомендувати застосовувати хеш-функції з довжиною хеш-значення 512 біт (SHA-2 (512) або Whirlpool) для обчислення хеш-значення кожної складової Електронного мікрофільму (файлів із кадрами мікрозображень документації, файла із метаданими). На користь вибору SHA-2 (512) говорить його швидкодія (93,2 с

для обчислення хеш-значення повідомлення обсягом 800 МБ), яка може збільшуватись із розвитком електронно-обчислювальної техніки.

3.5 ЕЦП належить до криптографічних алгоритмів з відкритим ключем, але із зміненими ролями відкритого та закритого ключів. Відправник шифрує і підписує повідомлення своїм закритим ключем, одержувач дешифрує його за допомогою відкритого ключа відправника. З огляду на те, що відправник – це єдина особа, яка володіє доступом до закритого ключа, одержувач досить точно знає, від кого отримано повідомлення і може бути впевнений, що повідомлення не було змінено.

Таким чином, ЕЦП (як криптографічна хеш-функція) не лише гарантує одержувачу, що повідомлення не підроблено, але також не дозволяє відправнику відмовитися від зобов'язань, заперечуючи факт відправки повідомлення [50].

Слід зауважити, що хоча повідомлення шифрують, їх може прочитати будь-який власник відкритого ключа. Попри те, що використовуються ті ж методи і ключі, в даному випадку призначенням шифрування є не заборона читання, а запобігання підробці і відмови від зобов'язань.

Оскільки алгоритми з відкритим ключем працюють досить повільно з великими повідомленнями, для підвищення продуктивності зазвичай використовують хеш-функцію, яка обчислює хеш-значення для повідомлення. Після цього ЕЦП відправляють разом з повідомленням по будь-якому незахищеному каналу зв'язку.

Після отримання перевіряють справжність підписання повідомлення шляхом дешифрування ЕЦП за допомогою відкритого ключа відправника. Хеш-значення для повідомлення генерують тим же методом, який використовував відправник. Якщо дешифроване хеш-значення збігається зі згенерованим значенням, то повідомлення дійсно надіслано відправником і під час пересилання не змінювалось.

На практиці потрібно мати можливість пов'язати користувача або сервер з яким-небудь реальним правовим поняттям, наприклад, фізична або юридична

особа. Для цього введено поняття цифровий сертифікат, що об'єднує в цифровій формі відкритий ключ і докладну інформацію про людину або організацію.

У даному випадку проблема полягає в тому, що інформація з сертифіката заслуговує рівно стільки довіри, скільки і людина, що його підписала. Для офіційних транзакцій потрібна третя сторона, яка заслуговує на довіру і буде перевіряти справжність учасників та відомостей, що наведені в їхніх сертифікатах. Таку третю сторону називають центром сертифікації. Центр сертифікації видає цифрові сертифікати окремим особам і компаніям, які повинні для цього пройти перевірку на справжність.

В Україні правовий статус ЕЦП та відносини, що виникають під час його використання, визначено документом [50]. Розрізняють:

- сертифікат відкритого ключа – документ, виданий центром сертифікації ключів, який засвідчує чинність і належність відкритого ключа підписувачу. Сертифікати відкритих ключів можуть розповсюджуватися в електронному вигляді або на паперовому носії та використовуватися для ідентифікації особи підписувача;

- посилений сертифікат відкритого ключа (далі – Посилений сертифікат) – документ, який відповідає вимогам документа [50] і виданий акредитованим центром сертифікації ключів, засвідчувальним центром, центральним засвідчувальним органом.

За правовим статусом ЕЦП прирівнюють до власноручного підпису (печатки) у разі, якщо:

- ЕЦП підтверджено з використанням Посиленого сертифіката за допомогою надійних засобів цифрового підпису;

- під час перевірки використовувався Посилений сертифікат, чинний на момент накладення ЕЦП;

- особистий ключ підписувача відповідає відкритому ключу, зазначеному в сертифікаті.

Станом на цей час з метою безкоштовного надання послуг ЕЦП органам державної влади, органам місцевого самоврядування, підприємствам, установам та організаціям всіх форм власності, іншим суб'єктам господарської діяльності та фізичним особам у складі Інформаційно-довідкового департаменту Міндоходів створено Акредитований центр сертифікації ключів (далі – АЦСК ІДД) [51]. Але у зв'язку з тим, що строк чинності особистого ключа та відповідного йому відкритого ключа не може перевищувати двох років [52], у довгостроковій перспективі неможливо довести цілісність і автентичність електронних документів, на які спирається їх юридична та доказова сила. Не випадково більшість державних електронних архівів застосовують метод «зняття ЕЦП» [53], який передбачає під час приймання документа на довгострокове зберігання перевірку ЕЦП, документування результатів перевірки та занесення відомостей, які містить ЕЦП, до метаданих документа. Надалі повторну перевірку ЕЦП вже не виконують, а цілісність і автентичність документів архів забезпечує наявними засобами.

Слід відзначити, що робочою групою з урядової політики в е-урядуванні 16 липня 2014 року опубліковано проект закону України «Про електронну ідентифікацію та довірчі послуги для електронних транзакцій» [54], прийняття якого дозволить для закладених на архівне зберігання документів доводити їх цілісність і автентичність.

3.6 Таким чином, для забезпечення цілісності Електронного мікрофільму під час обміну між спеціальними установами СФД України та усунення ризиків випадкової зміни даних у зв'язку із несправністю електронних носіїв, навмисного підроблення документа зловмисником та заперечення установою-відправником власного повідомлення найкращим рішенням є застосування ЕЦП, підтвердженого Посиленим сертифікатом, та надійних засобів цифрового підпису. На користь цього підходу говорить факт, що на цей час спеціальні установи СФД України вже є користувачами послуг АЦСК ІДД і застосування ЕЦП з використанням Посиленого сертифіката для забезпечення цілісності Електронного мікрофільму не призведе до додаткових витрат.

Перед відправленням до іншої установи теку із файлами, які складають Електронний мікрофільм (див. 1.5), потрібно архівувати за допомогою 7-ZIP. Це дозволить знизити на 60 % вимоги до мінімального обсягу електронного носія і зменшити час (на один два порядки), потрібний на накладення ЕЦП.

Менш привабливим виглядає застосування сертифіката ключа, виданого і підписаного тією ж особою, яку він ідентифікує (так званий «самопідписаний» сертифікат). Подібний підхід можливо застосовувати у межах одного інформаційного простору, наприклад, інформаційний простір державної системи СФД. Перевагою цього підходу є уникнення дворічного обмеження на термін дії сертифіката (раніше до переваг додавалось безкоштовне користування послугами ЕЦП, але АЦСК ІДД цю перевагу нівелював).

Недоліками є:

- ЕЦП, затверджений «самопідписаним» сертифікатом, має силу лише на інформаційному просторі державної системи СФД;
- потреба створення в державній системі СФД власного центру сертифікації ключів. Це потребує проведення НДР, результатом якої повинні бути нормативні документи стосовно вимог до функціонування цього центру сертифікації ключів та розроблене власне спеціалізоване ПЗ для ЕЦП.

3.7 У свою чергу зберігання Електронного мікрофільму в межах однієї установи доцільно в розпакованому вигляді (як тека із файлами). Це дозволить:

- мінімізувати навантаження на носій із Електронним мікрофільмом (для подовження його терміну служби), яке зростатиме під час розпакування архіву;
- знизити ризик ситуацій, коли часткова нечитаність файла із Електронним мікрофільмом унеможлиблює читання його змісту.

Для таких задач щонайкраще підходить одна з рекомендованих у 3.4 криптографічних хеш-функцій, наприклад SHA-2 (512). Установа, яка формує Електронний мікрофільм, повинна:

- обчислити хеш-значення кожного файла із мікрображенням документації та зберегти їх у відповідних метаданих файла main.xml;
- обчислити хеш-значення файла main.xml та зберегти отриманий

результат у файлі main.hash.

3.8 Порядок дій щодо контролю цілісності Електронного мікрофільму під час приймання на зберігання побудовано у вигляді алгоритму, наведеному на рис. 3.1.

На АРМ, де виконують вхідний контроль Електронного мікрофільму, повинно бути встановлено:

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік»;
- надійний засіб цифрового підпису [55];
- клієнт системи керування базами даних (далі – СКБД) Oracle, налаштований на сервер із БД сховища ПІХ;
- клієнт комплексної системи захисту інформації.

Блоки алгоритму, що потребують пояснень:

– перевірка умови «АРМ, де перевіряють ЕЦП, має доступ до мережі Інтернет?», зроблено на перспективу. На цей час комплексна система захисту інформації не дозволяє підключати до мережі Інтернет ПЕОМ, які входять до її складу;

– процедура «Виконати ротацію Носіїв сховища даних» (див. рис. 3.1) приймає як параметр відомості запиту на підключення до Електронного сховища носіїв із достатнім вільним місцем (перелік ідентифікаторів Носіїв сховища даних, які мають достатньо вільного місця, час їх «відпочинку» у резерві, мету запиту, дату, прізвище, ім'я та по батькові (ПІБ) особи, яка сформувала запит, тощо). Докладніше зміст зазначеної процедури буде наведено нижче.

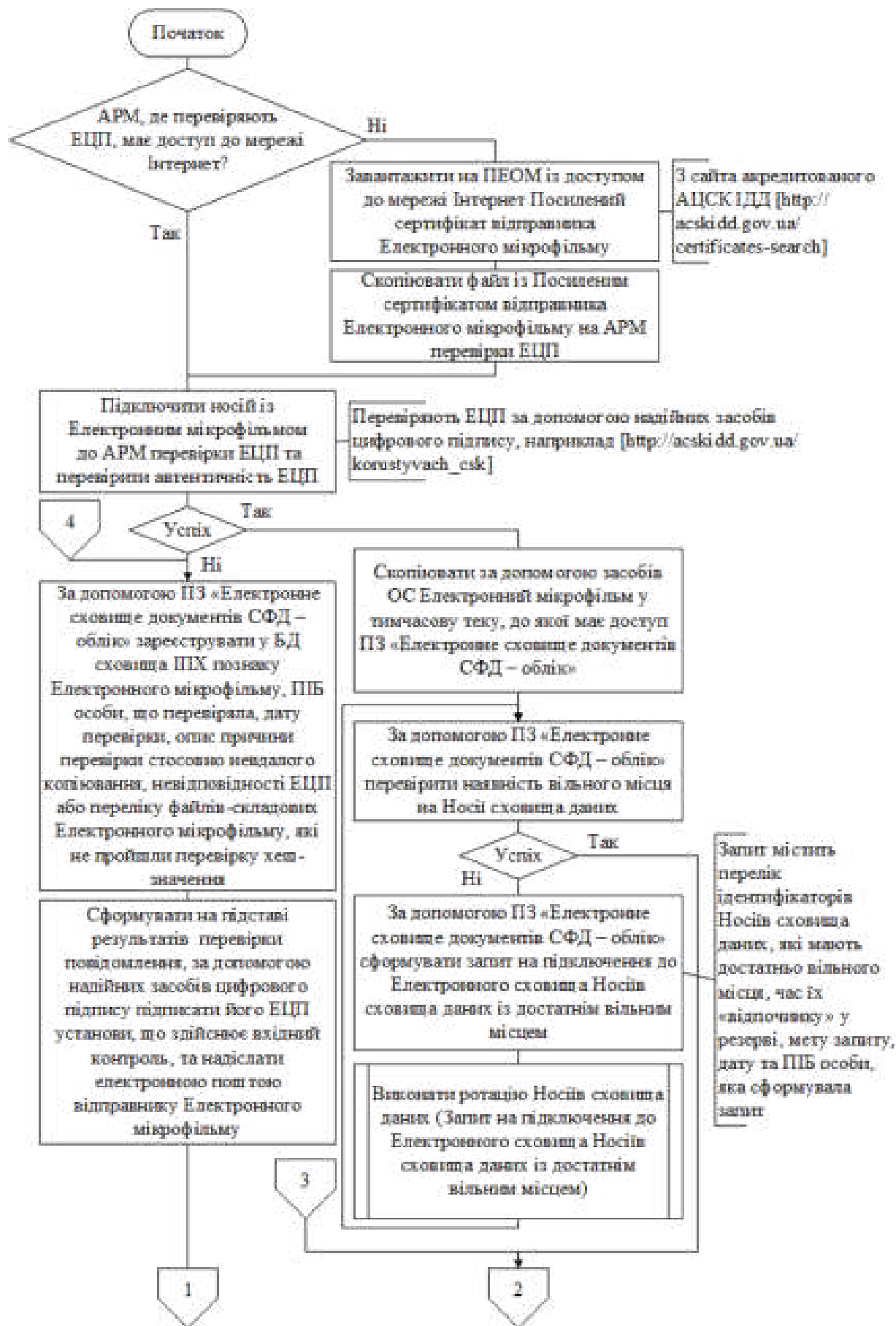


Рисунок 3.1, аркуш 1

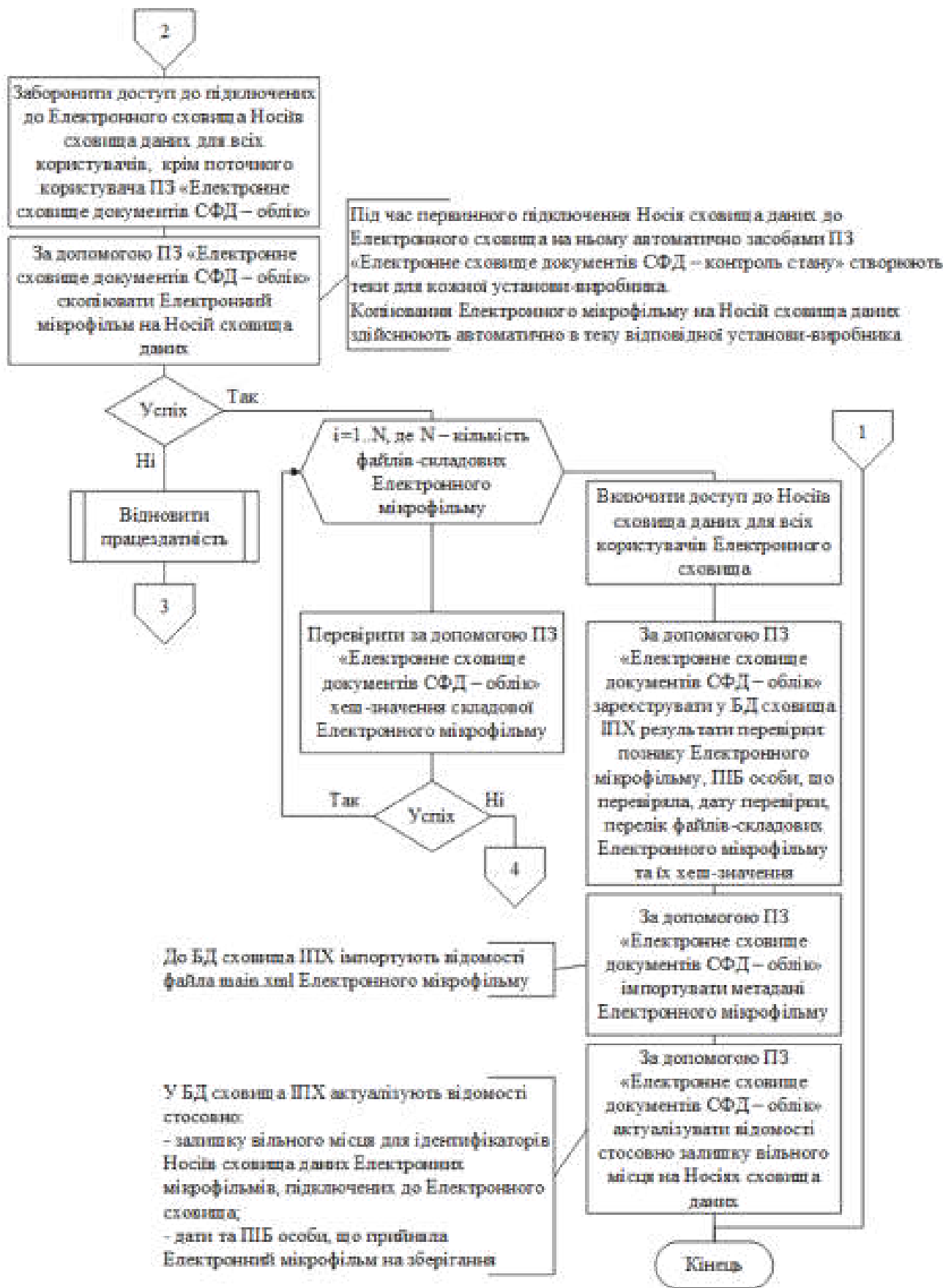


Рисунок 3.1, аркуш 2

3.9 Порядок дій щодо забезпечення цілісності Електронного мікрофільму під час довгострокового зберігання у вигляді алгоритму наведено на рис. 3.2.

Згідно з результатом досліджень, наведених у розділі 2, мінімізувати ризик втрати даних Носіїв сховища даних можливо лише за рахунок:

- підвищення рівня відмовостійкості дискових масивів за рахунок їх об'єднання у RAID 1;
- регулярного моніторингу SMART-параметрів дисків.

На АРМ, на яке покладено керування процесом забезпечення цілісності Електронного мікрофільму під час довгострокового зберігання, повинні бути встановлені:

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану»;
- клієнт СКБД Oracle, налаштований на сервер із БД сховища ІПХ;
- клієнт комплексної системи захисту інформації.

Заміну Носіїв сховища даних повинна виконувати особа, яка має досвід роботи щодо технічного обслуговування засобів обчислювальної техніки та відповідний доступ до місця зберігання носіїв.

Блоки алгоритму (див. рис. 3.2), що потребують пояснень:

- блок, де ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану» один раз на добу перевіряє наявність перевищення максимального значення часу планової ротації $T_{\max}$ для підключених до Електронного сховища носіїв сховища даних;

– процедура «Виконати ротацію Носіїв сховища даних», яка приймає як параметр відомості запиту на планову ротацію Носіїв сховища даних (перелік ідентифікаторів Носіїв сховища даних із найбільшим часом «відпочинку» у резерві, дату його формування, ПІБ особи, яка сформуvalа запит, тощо). Докладніше зміст зазначеної процедури буде наведено нижче.

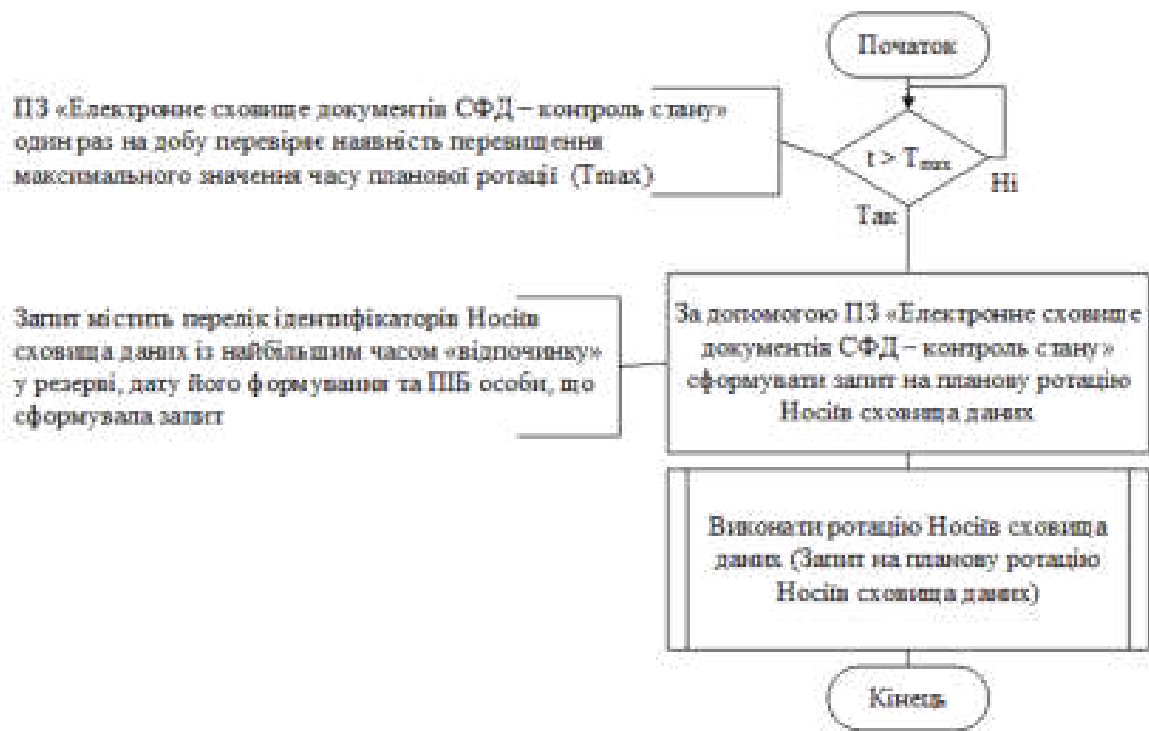


Рисунок 3.2

3.10 Порядок дій щодо контролю цілісності Електронного мікрофільму під час його використання для відтворення копій документів СФД у вигляді алгоритму наведено на рис. 3.3.

На АРМ, на яке покладено керування процесом відтворення копій документів СФД, повинні бути встановлені:

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення»;
- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану»;
- клієнт СКБД Oracle, налаштований на сервер із БД Реєстру СФД;
- клієнт комплексної системи захисту інформації.

Заміну Носіїв сховища даних повинна виконувати особа, яка має досвід роботи щодо технічного обслуговування засобів обчислювальної техніки та відповідний доступ до місця зберігання носіїв.

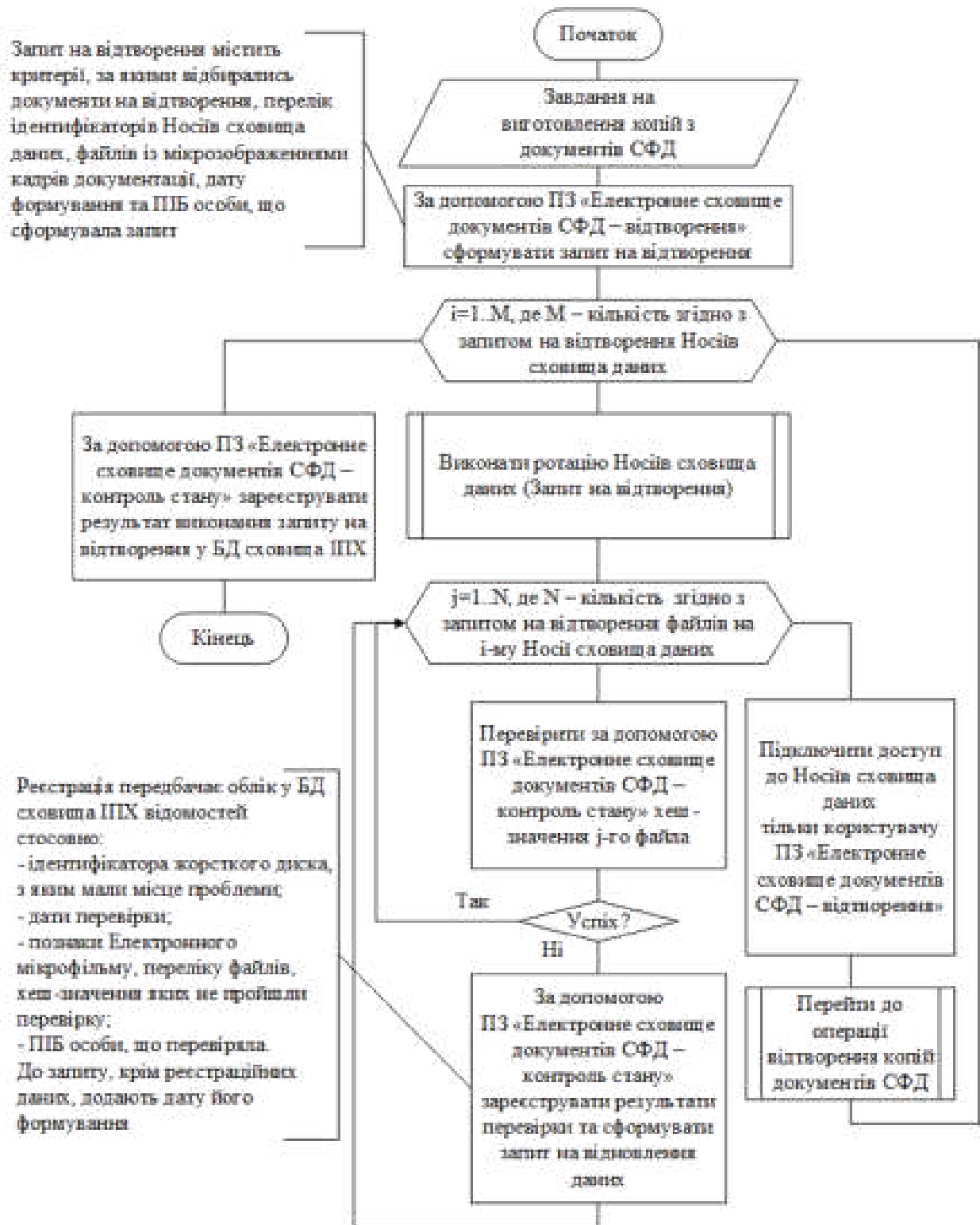


Рисунок 3.3

Блоки алгоритму, що потребують пояснень:

– процедура «Виконати ротацію Носіїв сховища даних», яка приймає як параметр відомості запиту на відтворення копій документів СФД (критерії, за

якими відбирались документи СФД на відтворення, перелік ідентифікаторів Носіїв сховища даних, файлів із мікрозображеннями кадрів документації, дату формування та ПІБ особи, що сформувала запит). Докладніше зміст зазначеної процедури буде наведено нижче.

3.11 Оскільки дії стосовно виконання запитів на підключення до Електронного сховища Носіїв сховища даних із достатнім вільним місцем (див. 3.8), на планову їх ротацію (див. 3.9) і на відтворення копій документів СФД (див. 3.10) є однотипними та передбачають заміну одних носіїв іншими, то їх було об'єднано у процедуру «Виконати ротацію Носіїв сховища даних», наведену у вигляді алгоритму на рис. 3.4.

На АРМ, на яке покладено керування процесом заміни Носіїв сховища даних, повинні бути встановлені:

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану»;
- клієнт СКБД Oracle, налаштований на сервер із БД Реєстру СФД;
- клієнт комплексної системи захисту інформації.

Заміну Носіїв сховища даних повинна виконувати особа, яка має досвід роботи щодо технічного обслуговування засобів обчислювальної техніки та відповідний доступ до місця зберігання носіїв.

3.12 Під час виконання дій щодо контролю цілісності Електронного мікрофільму (див. рис. 3.3 і рис. 3.4) можливі такі випадки:

- стан Носіїв сховища даних визначено як неробочий;
- хеш-значення файлів, що зберігаються на Носіях сховища даних, не відповідатимуть вихідним.

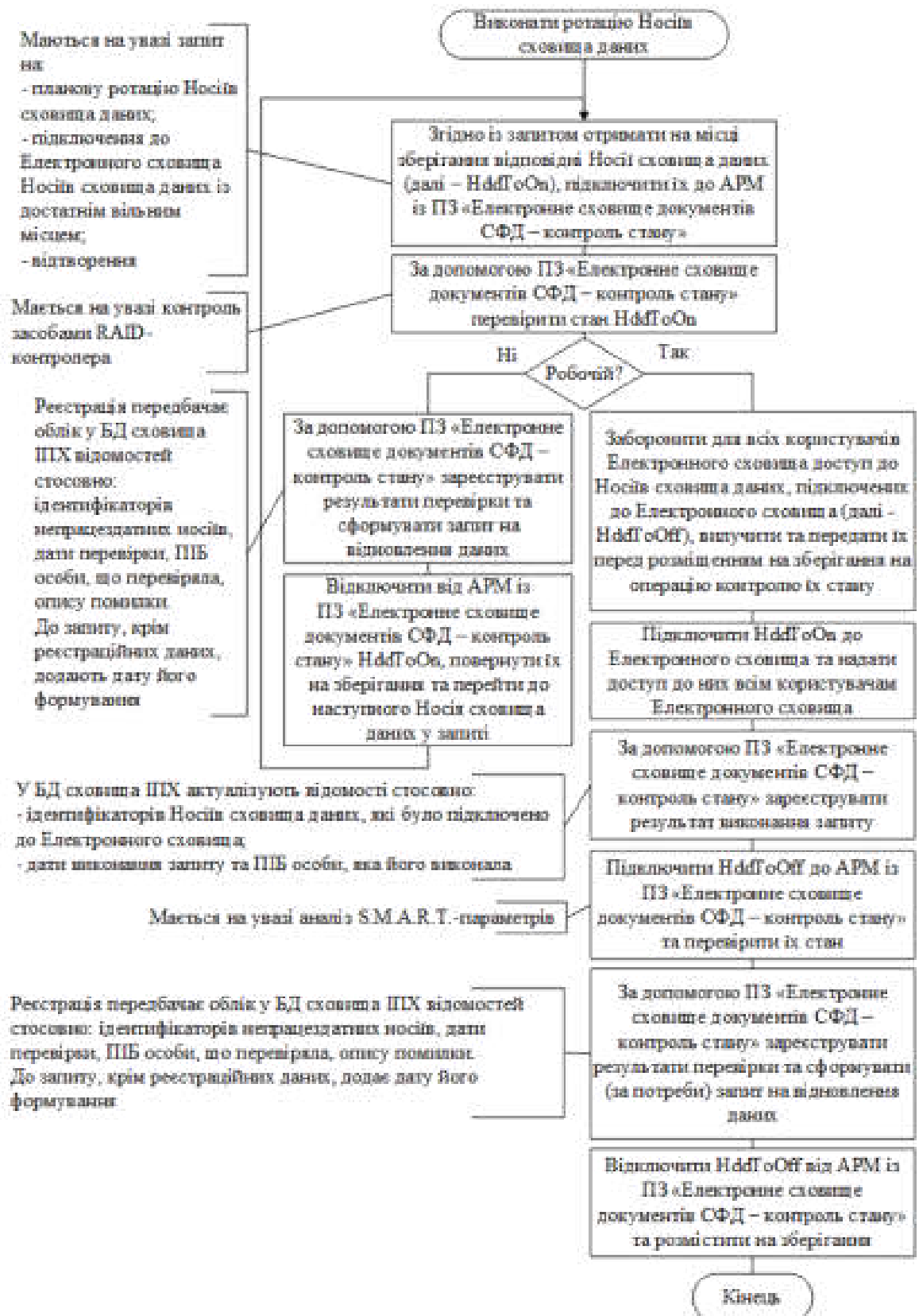


Рисунок 3.4

Загальний порядок дій щодо відновлення даних на визначених носіях у вигляді алгоритму наведено на рис. 3.5.

На АРМ, на яке покладено керування процесом відновлення даних, повинні бути встановлені:

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану»;
- клієнт СКБД Oracle, налаштований на сервер із БД Реєстру СФД;
- клієнт комплексної системи захисту інформації.

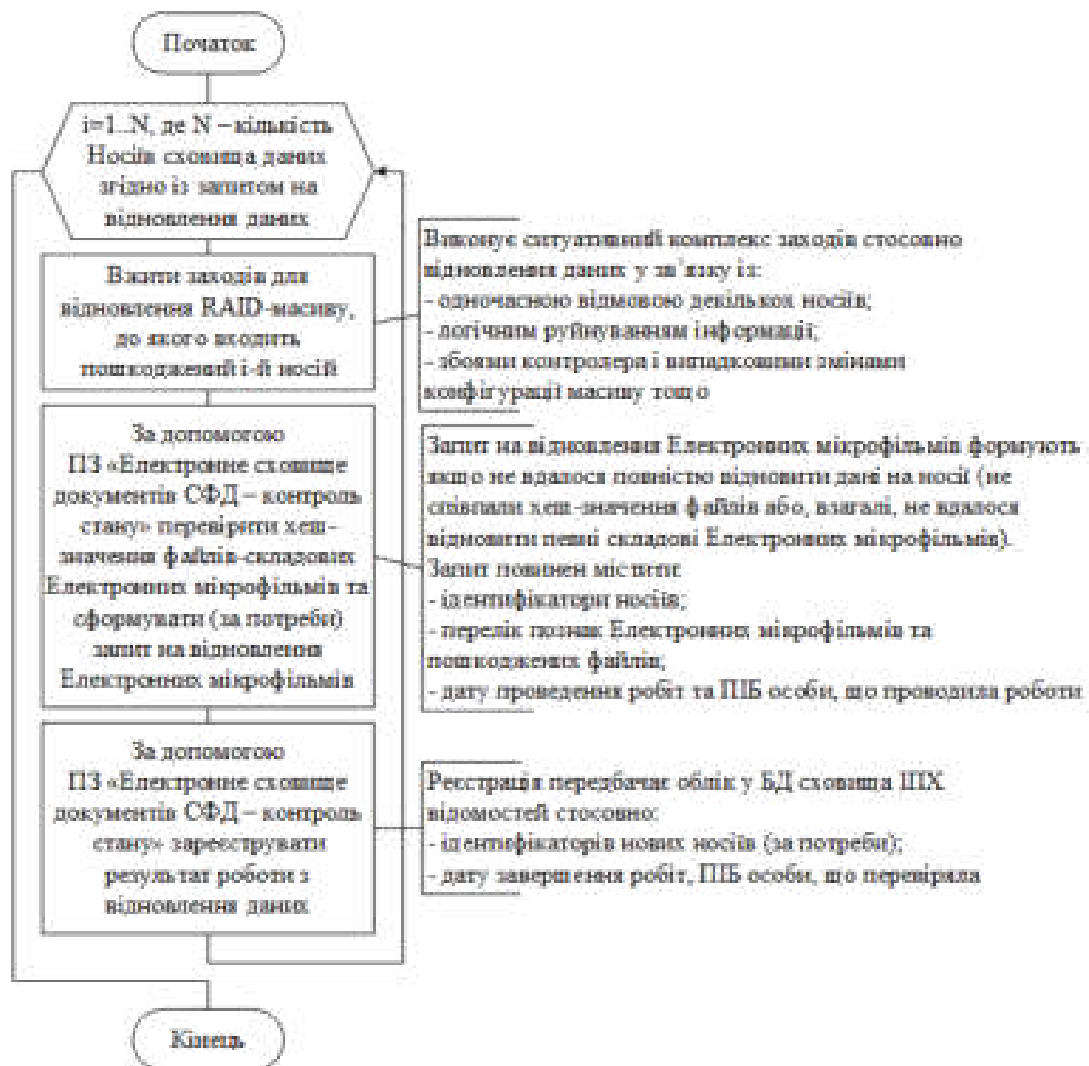


Рисунок 3.5

4 ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ГРАФІЧНОГО ФОРМАТУ ЗОБРАЖЕНЬ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО МІКРОФІЛЬМУ

4.1 Стратегія забезпечення довгострокового зберігання повинна цілеспрямовано вирішувати проблему старіння електронних носіїв, встановлюючи процедури періодичного переносу даних зі старих носіїв на більш нові. Під час її розроблення потрібно виходити з припущення, що інформація, збережена на електронному носії, може з часом стати нечитаною через вплив несприятливих умов зберігання зазначеного носія або його морального старіння.

Але, крім цього, електронний документ може втратити «читаність» через припинення підтримки розробником формату електронного документа, а також зміни ліцензійної політики [56].

4.2 Недостатня якість опрацювання питання забезпечення «читаності» електронного документа під час розроблення стратегії довгострокового збереження в майбутньому може призвести до зайвих витрат на їх переформатування в інші формати. Але після переформатування автентичність електронних документів може бути поставлена під сумнів, тому для забезпечення потрібного рівня автентичності в системах зберігання відповідальні за збереження інформації установи повинні розробляти документовану політику контролю якості, яка зобов'язує перевірку точності всіх переформатованих документів.

4.3 Уникнення проблем у майбутньому передбачає розроблення специфікації власного графічного формату або використання «технологічно-нейтральних» поширених форматів TIFF [57], JPEG [58] тощо.

Оскільки розроблення специфікації власного графічного формату доцільно лише за умови невідповідності чинних графічних форматів вимогам цільової сфери застосування, в результаті дослідження було:

- сформовано вимоги, яким повинен відповідати графічний формат файлів, що закладаються на довгострокове зберігання у державній системі СФД;

- проаналізовано сучасні графічні формати стосовно їх відповідності встановленим вимогам.

Вимоги до формату зображень документації Електронного мікрофільму, наведено в таблиці 4.1.

4.4 У результаті аналізу сучасних графічних форматів було відкинуто векторні формати представлення графічних зображень, оскільки їх недоліками є:

- програмна залежність. Кожна програма будує криві Безьє [59] за своїми алгоритмами. Тому зображення, створене в одному векторному редакторі, як правило, не конвертується у формат іншої програми без похибок;

- складність векторного принципу опису зображення не дозволяє автоматизувати введення графічної інформації та сконструювати пристрій, подібний сканеру для растрової графіки;

- векторна графіка обмежена в засобах живопису і не призначена для створення фотореалістичних зображень, якими є графічні відомості, наприклад, культурної спадщини.

Для аналізу чинних графічних форматів було використано найбільш поширені растрові формати зображень TIFF [57], JPEG [58], PNG [60], BMP [61], JPEG 2000 [62], GIF [63]. Такі відомі формати, як RAW [64] або PSD [65] не використовувались, оскільки перший залежить від апаратної платформи, а другий – використовує закриті специфікації, що заважає повноцінній підтримці в інших програмах і повністю підтримується тільки Adobe Photoshop. Стислі відомості стосовно обраних графічних форматів у частині зазначених вище вимог наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1

Вимога	Призначення	Примітка
1	2	3
Поширеність формату	Застосування поширеного графічного формату дозволить мінімізувати витрати часу, а також втрату якості, які матимуть місце під час конвертації зображень вхідної документації у разі використання в державній системі СФД непоширеного формату графічних зображень	Втрата якості неприпустима з точки зору забезпечення відповідності документів СФД оригіналам документів, що діють на підприємстві [66]
Глибина каналу	Застосування графічного формату із максимальною глибиною каналу дозволить мінімізувати втрати якості під час конвертації зображень вхідної документації	Зумовлено вимогою забезпечення відповідності документів СФД оригіналам документів, що діють на підприємстві, і тим, що на довгострокове зберігання, крім комплектів конструкторської, технологічної, проектної (робочої) документації для будівництва тощо, документацію на які на цей час надають у градаціях сірого кольору, згідно з документом [24], може закладатися документація на об'єкти культурної спадщини та на пам'ятки архітектури, для яких важлива точність передачі кольору

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Кольорові моделі	Застосування графічного формату із підтримкою максимальної кількості кольорових моделей дозволить мінімізувати втрати якості під час конвертації зображень вхідної документації	Те саме
Стиснення без втрати якості	Застосування графічного формату із підтримкою стиснення без втрати якості дозволить мінімізувати втрати якості під час конвертації зображень вхідної документації, а також кількість та обсяг носіїв довгострокового зберігання	Те саме
Ліцензування та патенти	Обраний графічний формат повинен бути вільним від патентних виплат та мати загальнодоступну специфікацію для гарантії доступу до даних тривалий час	
Зрілість	Застосування зрілого графічного формату дозволить мінімізувати витрати на конвертацію у разі виходу його нової версії із усунутими проблемними питаннями	

Таблиця 4.2

Вимога	TIFF 6.0	GIF 89a	JPEG	JPEG 2000	PNG 1.2	BMP
1	2	3	4	5	6	7
Поширеність формату	Пріоритет мають формати TIFF та JPEG, оскільки у них переважно зберігають результати своєї роботи пристрої, що використовують для оцифрування документації (сканери та фотоапарати тощо). PNG та GIF – формати, орієнтовані на Інтернет, тому вважаємо, що вони рідко надаються постачальником для закладання до СФД. JPEG 2000 – новий формат (непоширений), але через низку своїх технічних переваг у перспективі він займе нішу JPEG					
Глибина каналу	1-біт монохромні, 4/8-біт у градаціях сірого або Palette color [67] та до 64-біт на канал	1/2/4/8-біт монохромні, у градаціях сірого або кольорові	8- біт у градаціях сірого, 24- біт кольоровий	До 2^{14} каналів, кожен з 1-38 біт у градаціях сірого або кольоровий	1-48-біт; 1/2/4/8-біт кольоровий або у градаціях сірого, 16-біт у градаціях сірого, 24/48-біт кольоровий	До 32-біт

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Кольорові моделі	RGB [68], Palette color, YC _b C _r [69], CMYK [70], CIE L*a*b* [71]	Palette color	YC _b C _r	Palette color, YC _b C _r , RGB, sRGB, some ICC	Palette color, sRGB, ICC	RGB
Стиснення без втрати якості	Без стиснення, PackBits (RLE), Lempel-Ziv-Welch (LZW), LZ77, JBIG, CCITT Group 3, CCITT Group 4 [72], ZIP [73], JPEG [74]	LZW	Тільки з втратою якості (алгоритм JPEG)	Без стиснення, вейвлет-стиснення	Без стиснення, Deflate	Без стиснення

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Ліцензування та патенти	Не має патентів (патент на алгоритм стиснення LZW закінчився у 2003 році у США і у 2004 році в Європі та Японії), відкритий формат	Не має патентів. Теж саме про алгоритм стиснення LZW. Відкритий, але тільки для некомерційного використання	Відкритий. Але було два патентних позови (відхилені)	Відкритий, але не є вільним від патентованих алгоритмів компресії. Комітет JPEG досяг певних згод у тому, що у складі цього формату зазначені алгоритми використовують безкоштовно	Відкритий	Відкритий [75]
Зрілість	Створено в 1986 році	Створено в 1987 році	Створено в 1992 році	Створено у 2000 році	Створено в 1996 році	Створено на початку 1990-х

Для визначення серед наведених вище потрібних графічних форматів було застосовано метод аналізу ієрархій (далі – МАІ) [76], суть якого полягає в тому, що чинники порівнюються між собою по парах відносно один одного за їхнім впливом на кінцеву мету, при цьому вплив інших чинників не враховується. Для попарного порівняння чинників автором методу запропонована спеціальна оціночна шкала, що складається з п'яти основних і чотирьох проміжних тверджень.

До переваг МАІ належать:

- властива людській природі попарність порівнянь;
- наявність вербально-числової шкали;
- вбудований критерій якості роботи експерта.

Матрицю попарних порівнянь вимог наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Вимога	Поширеність формату	Глибина каналу	Кольорові моделі	Стиснення без втрати якості	Ліцензування та патенти	Зрілість	Вага	Вектор локальних пріоритетів
Поширеність формату	1	0,11	0,11	0,2	0,1429	0,33	0,22	0,0233
Глибина каналу	9	1	1	7	5	5	3,41	0,3588
Кольорові моделі	9	1	1	7	5	5	3,41	0,3588
Стиснення без втрати якості	5	0,14	0,14	1	0,2	0,33	0,44	0,0458
Ліцензування та патенти	7	0,2	0,2	5	1	5	1,38	0,1455
Зрілість	3	0,2	0,2	3	0,2	1	0,64	0,0678

Під час попарних порівнянь перевагу було надано на користь вимог, які впливають на забезпечення відповідності документів СФД оригіналам документів.

Відомості стосовно матриці попарних порівнянь альтернатив (форматів графічних зображень) відносно вимоги «Поширеність формату» та вектор локальних пріоритетів наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Поширеність формату	TIFF	JPEG	PNG	JPEG 2000	BMP	GIF	Варг	Вектор локальних пріоритетів
TIFF	1	1	5	7	7	9	3,61	0,378
JPEG	1	1	3	5	7	9	3,13	0,3282
PNG	0,2	0,33	1	3	3	9	1,32	0,1388
JPEG 2000	0,14	0,2	0,33	1	5	9	0,87	0,091
BMP	0,14	0,14	0,33	0,2	1	5	0,44	0,0456
GIF	0,11	0,11	0,11	0,1111	0,2	1	0,18	0,0185

Відомості стосовно матриці попарних порівнянь альтернатив (форматів графічних зображень) відносно вимоги «Глибина каналу» та вектор локальних пріоритетів наведено в таблиці 4.5 (пріоритет визначався за кількістю біт на канал).

Таблиця 4.5

Глибина каналу	TIFF	JPEG	PNG	JPEG 2000	BMP	GIF	Варг	Вектор локальних пріоритетів
TIFF	1	5	5	1	1	9	2,47	0,2777
JPEG	0,2	1	0,2	0,2	0,2	7	0,47	0,0533
PNG	0,2	5	1	0,2	0,2	9	0,84	0,095
JPEG 2000	1	5	5	1	1	9	2,47	0,2777
BMP	1	5	5	1	1	9	2,47	0,2777
GIF	0,11	0,14	0,11	0,1111	0,1111	1	0,17	0,0188

Відомості стосовно матриці попарних порівнянь альтернатив (форматів графічних зображень) відносно вимоги «Кольорові моделі» та вектор локальних пріоритетів наведено в таблиці 4.6 (пріоритет визначався за кількістю моделей, що підтримуються).

Таблиця 4.6

Кольорові моделі	TIFF	JPEG	PNG	JPEG 2000	BMP	GIF	Вара	Вектор локальних пріоритетів
TIFF	1	9	5	3	9	9	4,71	0,5304
JPEG	0,11	1	0,2	0,1429	1	1	0,38	0,0432
PNG	0,2	5	1	0,3333	9	9	1,73	0,195
JPEG 2000	0,33	7	3	1	9	9	2,88	0,3239
BMP	0,11	1	0,11	0,1111	1	1	0,33	0,0375
GIF	0,11	1	0,11	0,1111	1	1	0,33	0,0375

Відомості стосовно матриці попарних порівнянь альтернатив (форматів графічних зображень) відносно вимоги «Стиснення без втрати якості» та вектор локальних пріоритетів наведено в таблиці 4.7. Пріоритет визначався на підставі відомостей щодо порівняння показників стиснення [77, 78]. Найгірша оцінка для JPEG та PNG пояснюється тим, що перший графічний формат не підтримує стиснення без втрати якості, а другий – не підтримує методів стиснення.

Таблиця 4.7

Стиснення без втрати якості	TIFF	JPEG	PNG	JPEG 2000	BMP	GIF	Варг	Вектор локальних пріоритетів
TIFF	1	9	0,25	0,2	9	3	1,52	0,1707
JPEG	0,11	1	0,11	0,1111	1	0,11	0,23	0,026
PNG	4	9	1	0,25	9	5	2,72	0,3062
JPEG 2000	5	9	4	1	9	5	4,48	0,5045
BMP	0,11	1	0,11	0,1111	1	0,11	0,23	0,026
GIF	0,33	9	0,2	0,2	9	1	1,01	0,114

Відомості стосовно матриці попарних порівнянь альтернатив (форматів графічних зображень) відносно вимоги «Ліцензування та патенти» та вектор локальних пріоритетів наведено в таблиці 4.8. На цей час тільки JPEG 2000 не є вільним від патентованих алгоритмів компресії. До порівняльного аналізу формат було включено лише тому, що комітет JPEG досяг певних згод у тому, що у складі цього формату зазначені алгоритми можуть використовуватися безкоштовно. Роботи у цьому напрямку ще продовжуються.

Таблиця 4.8

Ліцензування та патенти	TIFF	JPEG	PNG	JPEG 2000	BMP	GIF	Варг	Вектор локальних пріоритетів
TIFF	1	1	1	5	1	1	1,31	0,1472
JPEG	1	1	1	5	1	1	1,31	0,1472
PNG	1	1	1	5	1	1	1,31	0,1472
JPEG 2000	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,2	0,26	0,0294
BMP	1	1	1	5	1	1	1,31	0,1472
GIF	1	1	1	5	1	1	1,31	0,1472

Відомості стосовно матриці попарних порівнянь альтернатив (форматів графічних зображень) відносно вимоги «Зрілість» та вектор локальних пріоритетів наведено в таблиці 4.9 (пріоритет визначається за форматом, для якого термін, у впродовж якого не було змін, є максимальний).

Таблиця 4.9

Зрілість	TIFF	JPEG	PNG	JPEG 2000	BMP	GIF	Варіа	Вектор локальних пріоритетів
TIFF	1	3	0,2	5	3	1	1,44	0,1624
JPEG	0,33	1	0,33	5	1	0,33	0,75	0,085
PNG	5	3	1	3	1	0,2	1,44	0,1624
JPEG 2000	0,2	0,2	0,33	1	0,2	0,14	0,27	0,0303
BMP	0,33	1	1	5	1	3	1,31	0,1472
GIF	1	3	5	7	0,3333	1	1,81	0,2036

На підставі локальних пріоритетів альтернатив було розраховано вектор глобальних пріоритетів, результат якого наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Показник	Поширеність формату	Глибина каналу	Кольорові моделі	Стиснення без втрати якості	Ліцензування та патенти	Зрілість	Глобальні пріоритети
TIFF	0,38	0,28	0,53	0,1707	0,1472	0,16	0,34
JPEG	0,33	0,05	0,04	0,026	0,1472	0,08	0,07
PNG	0,14	0,09	0,2	0,3062	0,1472	0,16	0,15
JPEG 2000	0,09	0,28	0,32	0,5045	0,0294	0,03	0,25
BMP	0,05	0,28	0,04	0,026	0,1472	0,15	0,15
GIF	0,02	0,02	0,04	0,114	0,1472	0,2	0,06

Таким чином, за допомогою МАІ дійшли висновку про те, що як формат зображень документації Електронного мікрофільму доцільно використовувати формат TIFF. Це відповідає рекомендації стосовно застосовування «технологічно нейтрального формату» TIFF згідно з стратегією довгострокового збереження автентичних електронних документів [3].

Згідно з результатами досліджень [78, 79] було зроблено вибір на користь архівування за допомогою архіватора ZIP. За результатом роботи LZW кольорові зображення із 16-біт на канал кольору займають більше місця на носії ніж до архівування.

5 АНАЛІЗ КОЛЬОРОВИХ МОДЕЛЕЙ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ ТА ВИБІР МОДЕЛІ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧИТЬ ВІДТВОРЕННЯ КОЛЬОРОВОГО ЕЛЕКТРОННОГО ЗОБРАЖЕННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ, РОЗКЛАДЕНОГО НА КОЛЬОРОВІ КАНАЛИ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО МІКРОФІЛЬМУВАННЯ НА ЧОРНО-БІЛУ ПЛІВКУ

5.1 Одним із засобів сучасної репрографії закладання на зберігання кольорової документації є застосування технології кольороподіленого мікрофільмування [80, 81]. Відповідно до зазначеної технології на плівку експонується не повне кольорове зображення, а його канали. Для відтворення кадри із зображенням відповідних каналів скануються, об'єднуються і замовник отримує, таким чином, вихідне зображення. Перевагами цього методу є економія коштів, усувається потреба придбання кольорових плівок та відповідного обладнання [82].

У сучасній колориметрії [83] існує велика кількість кольорових моделей, побудованих на різних принципах і для різних цілей. Але потрібно розглядати лише ті з них, які відповідають таким вимогам:

- працюють не з абстрактною математикою, а з конкретними обладнанням і матеріалами;
- мають можливість програмної реалізації.

Крім того, оригінали, що підлягають мікрофільмуванню, часто потребують корекції (особливо до виведення на плівку). Як правило, корекцію за кольором та яскравістю здійснюють в растрових редакторах. Виходячи з наведених вище умов, для кольороподілення у мікрофільмуванні будуть розглянуті такі моделі: RGB, CMYK і Lab [83].

5.2 Згідно з документом [3] під час розробки стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів і доступу до них однією з основних вимог є відповідність критерію «автентичність». Очевидно, що метою технології мікрофільмування у цьому напрямку є створення та зберігання якомога ближчою до оригіналу копії. З цього твердження можна вивести основні параметри для порівняння кольорових моделей:

- точність передачі кольору (або зберігання співвідношень між кольорами у разі неможливості передачі кожного кольору);
- кількість кадрів на плівці, потрібних для зберігання кольороподілених каналів зображення;
- можливість корекції за кольором і яскравістю;
- передача контурів шрифтів;
- складність відтворення.

Відповідно до документа [83] розподіл кольорових моделей за кольоровим охопленням по спадаючій такий: Lab, RGB, CMYK, що добре видно на рис. 5.1.

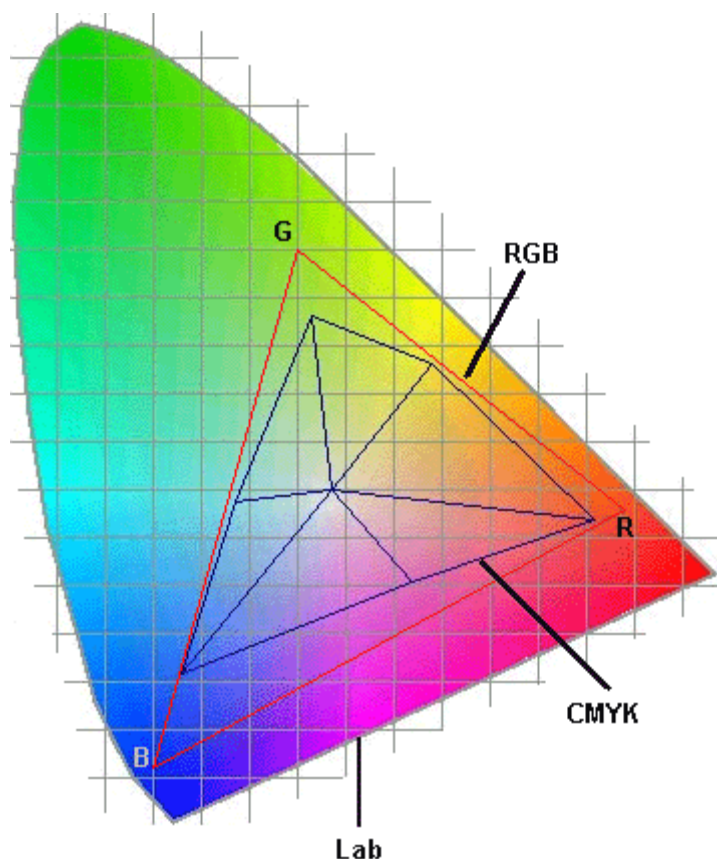


Рисунок 5.1

Це обумовлено тим, що модель Lab є математично перетвореним варіантом єдиного колірного простору, в який входять всі кольори. Крім того, кольорові координати моделі Lab однозначно описують колір.

У свою чергу кольорове охоплення моделі RGB більше, ніж у моделі CMYK (на практиці це твердження не завжди відповідає дійсності). Відмінності теорії та практики пов'язані із спотвореннями, які вносять система відтворення та сканер, а також з впливом кожного окремого кольорового каналу моделі на результуючий колір. Внаслідок адитивності моделі RGB, яскравість безпосередньо пов'язана з кольором.

Усе наведене вище дозволяє стверджувати, що за точністю передачі кольору модель Lab перевершує дві інші моделі.

5.3 Під час аналізу можливості корекції за кольором та яскравістю слід в першу чергу наголошувати на тому, наскільки швидко і якісно можна виправити той чи інший дефект. Завдяки винесенню яскравості в окремий

канал (L), модель Lab є найбільш потужним інструментом корекції за кольором та яскравістю. Крім осі яскравості, у цій моделі присутні дві хроматичні осі – а і b. На осі а розташовані кольори від зеленого до червоного, на осі b – від синього до жовтого. Таке розташування дозволяє швидко провести кольорову корекцію. Наприклад, кольорову вуаль можна видалити, просто змінивши значення за однією з осей у бік протилежного кольору [84].

5.4 Як правило, контури і текстові елементи на зображеннях виконані чорним кольором. Тому одержання чорного кольору шляхом складання трьох компонентів є не кращим варіантом, оскільки ускладнює відтворення і збільшує ризик появи дефектів. Це означає, що модель RGB мало придатна для відтворення подібних елементів. Чорні елементи в моделях CMYK і Lab виносяться в окремі канали (відповідно K і L), що покращує якість передачі, однак канал K моделі CMYK потребує додаткового кадру на плівці. Кількість кольорових каналів впливає на складність відтворення і якість результуючого зображення. Оскільки модель Lab має на один канал менше, ніж CMYK, при кращих характеристиках передачі контурів і кольорів, то вона краще підходить за параметром щодо складності відтворення.

Аналіз наведеної вище інформації дозволяє дійти висновку про те, що модель Lab є найбільш оптимальною для кольороподіленого мікрофільмування і надає широкі можливості корекції зображення до виведення, вимагає три кадри на чорно-білій мікроплівці для зберігання каналів, добре відтворює контури та елементи шрифту.

Разом з тим залишаються невирішеними питання щодо:

- забезпечення точної передачі кольору і відтінків;
- усунення геометричних спотворень.

Такі викривлення можуть виникнути на різних етапах отримання цифрового зображення мікрофільму.

5.5 Фахівці НДІ мікрографії провели аналіз наявного в державній системі СФД обладнання та плівки стосовно їх застосування у процесах зйомки та

відтворення зображень, до результатів яких висувають досить жорсткі вимоги щодо передачі кольору і запобігання геометричних спотворень.

У частині геометричних спотворень і передачі кольору проблема полягає у нерівномірному освітленні монітора КОМ-системи «SMA 51». По краях кадру воно більш темне, ніж у середині, як наведено на рис. 5.2. Це не дозволяє витягувати зображення, зроблені за допомогою розкладання на канали, тому що на каналах юстирування проводиться за допомогою тест-об'єкта, який знаходиться ближче до краю. Тому в центральній частині документа кольори будуть завжди відрізнятися від оригіналу.

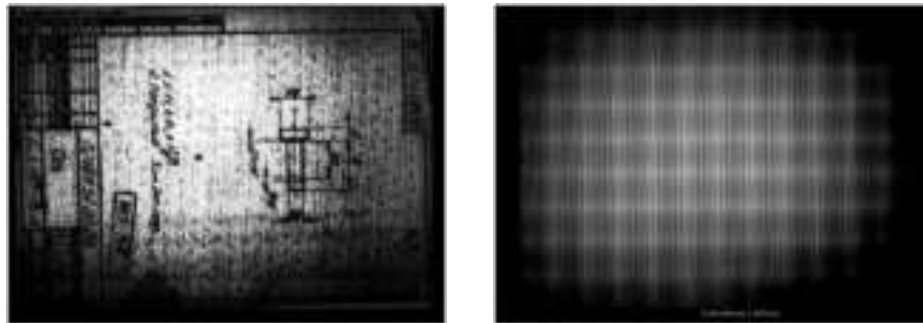


Рисунок 5.2

Це питання можливо вирішити одним із наведених нижче способів:

- вносити поправки до оригіналу документа, затемнюючи центр зображення за певним градієнтом. Для цього потрібно вирахувати оптимальний градієнт і накладати його напівпрозорим шаром на центральні частини оригіналів зображень для їх затемнення, але при цьому механізмі корекції можуть виникнути проблеми, якщо документ занадто темний;

- усунути геометричні спотворення за рахунок використання КОМ-систем, позбавлених зазначеного недоліку. На цей час існують пристрої із лазерною кольоровою системою, здатною якісно і з високою швидкістю вести запис цифрової інформації на кольоровий мікрофільм. За даними експериментальних досліджень [85] для запису кольорового мікрофільму використовувалася кольорова лазерна КОМ-система нового покоління Archive Laser Recorder, що дозволило досягти високої щільності запису інформації. Так,

при розмірі крапок 15 мкм на рулоні довжиною 600 м кольорової плівки шириною 35 мм можна зберегти 22 ГБ даних, при розмірі крапок 12 мкм – 38 ГБ, а 9 мкм – близько 70 ГБ на одному рулоні. Однак цьому способу притаманні певні недоліки. Зокрема, підсумкові характеристики колірних шарів не можна розглядати як незалежні. Оптичні властивості кожного шару можуть розрізнятися. Причиною цього є спектральне накладення застосовуваних кольорів, що веде до взаємодії, подібної так званим «перехресним перешкодам» в системах комунікації. Це призводить до збільшення кількості помилок під час зчитування інформації з мікрофільму. Застосування кольору в такій системі додає складності, оскільки з часом плівки можуть міняти колір. Крім того, така технологія є досить витратною, оскільки для запису потрібні кольорова плівка, кольоровий лазер (кольорові КОМ-пристрої) і хіміко-фотографічне оброблення кольорової плівки. Все це надзвичайно дороге.

5.6 Застосуванню в державній системі СФД технології кольороподіленого мікрофільмування додатково перешкоджають і властивості рекомендованій у документі [11] плівки. Характеристична крива зазначеної плівки має крутий кут, який забезпечує високу контрастність, що, з одного боку, сприяє якісному мікрофільмуванню чорно-білих креслень та документації (забезпечує високу роздільну здатність), а з іншого – передає низьку кількість градацій сірого. Станом на цей час у державній системі СФД є чинним технологічний процес (далі – ТП) із закладання та відтворення кольорової проектної документації для будівництва з мікрофільмів СФД, що виконана методами автоматизованого проектування [86, 87]. Чинна методологія передбачає застосування RGB-моделі. Але властивості плівки призвели до того, що вдалось відновити лише 16 кольорів. Нещодавно в Україні був чинний наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 15.11.2001 № 485 [88], яким було регламентовано розпізнавальний колір і цифрове позначення великих груп трубопроводів (всього 10 кольорів), але наказом Міністерства соціальної політики від 29.05.2014 № 329 [89] його було скасовано. Таким чином, розробник проектно-конструкторської, проектної документації для будівництва

та іншої, розробленої засобами автоматизованого проектування, більш не обмежений у застосуванні всієї кольорової множини ($2^{24} = 16777216$ кольорів). За таких обставин жодна з існуючих кольорових моделей не здатна вирішити це питання. Певною мірою це питання може бути вирішено під час виконання роботи за темою 1.1 «Розроблення методу визначення якості растрових кольорових зображень електронних копій документів, наданих на мікрофільмування» Тематичного плану прикладних досліджень та дослідно-конструкторських (технологічних) робіт НДІ мікрографії на 2015 рік (далі – Тематичний план на 2015 рік).

5.7 Для вирішення проблеми можна застосувати сучасний досвід [85], який передбачає використання стандартних технологій і широко поширеного устаткування для мікрофільмування і зчитування мікрофільмів, але замість безпосереднього мікрофільмування зображень документації кодувати вихідні електронні документи (їх бінарні дані) за допомогою двомірного чорно-білого графічного штрих-коду, а потім експонувати отриманий код на мікроплівку. Під час відтворення відскановані бінарні дані мікрофільму декодуються, що дозволяє отримати вихідний електронний документ.

Саме за цим напрямом ведуться дослідження за темою 1.2 «Розроблення методів кодування та декодування цифрової інформації у вигляді бітових потоків для виготовлення мікрофільмів та відтворення з них копій» Тематичного плану наукових робіт Науково-дослідного, проектно-конструкторського та технологічного інституту мікрографії на 2014 рік (далі – Тематичний план на 2014 рік).

Перевага методу – можливість гарантованого закладання на зберігання та відтворення будь-якого документа в електронному вигляді (аудіо-, відео- тощо).

Недоліками є:

- витрати часу на кодування/декодування;
- додатковий обсяг кадрів на мікрофільмування (один кадр формату А3 містить близько 100 кБ).

Для зниження витрат часу під час декодування бітових потоків для попереднього переглядання і відтворення зображень доцільно застосовувати гібридний підхід:

- зберігати в Електронному мікрофільмі зображення документа (у форматі, який визначено в розділі 4);
- зберігати на рулоні мікрофільму лише зображення двомірного чорно-білого графічного штрих-коду.

Єдиний недолік цього підходу – додатковий обсяг жорсткого диска, – нівелюється постійним зниженням вартості за 1 МБ носія.

6 АНАЛІЗ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЩОДО ВИГОТОВЛЕННЯ, ВЕДЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Проаналізувавши ТП і ТТП державної системи СФД, пов'язані з виготовленням, зберіганням та використанням мікрофільмів СФД, дійшли висновку, що в державній системі СФД немає в повному обсязі технології у частині виготовлення та використання Електронних мікрофільмів і Електронного сховища.

Аналіз ТТП 321.02200.000056 «Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення мікрофільмів страхового фонду документації з використанням цифрових технологій» (далі – ТТП 056) [11] показав, що в операціях 045 «Підготовка цифрових зображень та формування мікрофільмів в електронному вигляді» та 050 «Контроль правильності побудови мікрофільмів» створюється мікрофільм в електронному вигляді. У 2013 році розроблено ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» [6], за допомогою

якого значно спрощується та автоматизується процес створення мікрофільму в електронному вигляді. Для використання цього ПЗ має бути внесено зміни до 045 та 050 операцій ТТП 056, а також розширено перелік його функціональних можливостей стосовно обчислення хеш-значення кожного кадру мікрофільму в електронному вигляді та внесення до Електронного мікрофільму метаданих, визначених у розділі 1 цього звіту. До операції 090 «Підготовка та передача мікрофільмів на зберігання» потрібно внести зміну щодо передавання на зберігання Електронних мікрофільмів.

6.2 Аналіз операцій та переходів ТТП 321.02200.000024 «Комплект документів на типовий технологічний процес зберігання мікрофільмів страхового фонду документації» (далі – ТТП 024) виявив те, що він не пристосований для використання в умовах функціонування Електронного сховища – на час розроблення ТТП 024 зберігання Електронних мікрофільмів не було актуальним. Змінювати ТТП 024 щодо використання Електронних мікрофільмів та Електронного сховища немає сенсу, тому що аналогова та цифрова технології відрізняються, тому потрібно розробити технологічну інструкцію (далі – Інструкція). Зміни, які стосуватимуться ТТП 024, будуть містити посилання на зазначену Інструкцію в частині дій із реєстрації, перевірки та планування контролю Електронних мікрофільмів. Електронні мікрофільми як повноцінні доповнення мікрофільмів СФД будуть проходити увесь цикл від реєстрації до знищення. Зміни стосуватимуться таких операцій ТТП 024:

- 005 «Приймання на зберігання»;
- 020 «Вхідний контроль якості мікрофільмів СФД»;
- 045 «Пошук»;
- 060 «Контроль плановий (періодичний) мікрофільмів СФД»;
- 065 «Відправлення мікрофільмів СФД на доопрацювання та внесення змін»;
- 070 «Переведення мікрофільмів СФД на архівне зберігання або анулювання (знищення)».

Операція 005 «Приймання на зберігання».

Потрібно внести зміни щодо реєстрації мікрофільмів СФД, а саме:

- перевірити ЕЦП Електронного мікрофільму за допомогою надійних засобів цифрового підпису;
- перевірити хеш-значення кожного кадру Електронного мікрофільму за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік». Якщо перевіряння Електронного мікрофільму не пройдено, скласти Відомість виявлених дефектів за формою, наведеною в додатку Е документа [7]. Передати Відомість виявлених дефектів разом з диском з Електронними мікрофільмами, що не пройшли перевіряння на операцію 065 для відправлення до підприємства-виробника на доопрацювання;
- зареєструвати Електронний мікрофільм в Електронному сховищі за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік».

Зміни щодо приймання на зберігання також стосуються переходів 3, 4, 7, 8, 9 та 10 ТТП 024.

Операція 020 «Вхідний контроль якості мікрофільмів СФД».

Потрібно перевірити за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік» метадані та читаність вибіркового кадрів, а також внести доповнення до журналів реєстрації, вхідного контролю, карток тимчасового обліку та паспорта мікрофільму. Переходи операції 020, до яких потрібно вносити зміни та доповнення, – це 1, 24, 25, 27, 28 та 29. Якщо Електронний мікрофільм пройшов вхідний контроль, надати повідомлення РЦ СФД, підписане ЕЦП бази зберігання, стосовно автентичності отриманих Електронних мікрофільмів, після чого РЦ СФД може вилучити власний примірник Електронного мікрофільму з ПЕОМ, де його створювали.

Операція 25 «Інвентарний номер мікрофільмів СФД».

Переходи 3, 4 та 9 операції 025 потрібно доповнити змінами до записів у журналах вхідного контролю та в акті-описі щодо прийняття мікрофільмів СФД на довгострокове зберігання. Перехід 11 операції 025 потрібно доповнити, що ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік» здійснює автоматичний

облік місця знаходження Електронного мікрофільму.

Операція 045 «Пошук».

Переходи 1 та 2 операції 045 потрібно доповнити змінами щодо наявності у мікрофільмі СФД копії у вигляді Електронного мікрофільму. Інформацію, що вноситься до Реєстру СФД за переходом 11 операції 045, також потрібно доповнити змінами щодо анулювання або переведення на архівне зберігання Електронного мікрофільму.

Операція 060 «Контроль плановий (періодичний) мікрофільмів СФД».

Дії з планового (періодичного) контролю Електронних мікрофільмів та носіїв із Електронними мікрофільмами наведено в алгоритмі «Порядок дій із забезпечення цілісності Електронного мікрофільму під час довгострокового зберігання» розділу 3 цього звіту. Перехід 1 операції 060 потрібно доповнити змінами про те, що планування дій планового (періодичного) контролю стану Електронних мікрофільмів, електронних носіїв та реєстрація результатів контролю буде здійснюватися за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану». У разі пошкодження мікрофільму СФД, основного чи запасного, потрібно виконати дії щодо відновлення пошкодженої копії згідно з алгоритмом «Відтворення на плівці Електронного мікрофільму», наведеному в наступному розділі звіту.

Операція 065 «Відправка мікрофільмів СФД на доопрацювання та внесення змін».

Перехід 7 операції 065 потрібно доповнити змінами щодо пошуку Електронного мікрофільму, що відповідає мікрофільму СФД, до якого потрібно вносити зміни, підпису його ЕЦП установи та запису на електронний носій. Перехід 9 операції 065 потрібно доповнити змінами щодо оформлення супровідного листа та посилки у разі наявності Електронного мікрофільму. Перехід 10 операції 065 доповнити змінами щодо внесення за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік» відомостей стосовно причин доопрацювання Електронного мікрофільму. У переходах 11 та 12 операції 065 потрібно внести доповнення щодо прийняття Електронних мікрофільмів після

доопрацювання та внесення інформації до журналу обліку вибірки та акліматизації рулонів мікрофільмів СФД. Перехід 13 операції 065 змінити, додавши відомості стосовно здійснення обліку Електронних мікрофільмів, в яких мали місце зміни, за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік».

Операція 070 «Переведення мікрофільмів СФД на архівне зберігання або анулювання».

У переході 1 операції 070 приведено форму листа відповідно до додатка Б документа [90] «Перелік мікрофільмів СФД, які підлягають переведенню на архівне зберігання або анулювання (знищення), міністерства (іншого центрального та місцевого органу виконавчої влади». Зазначену форму потрібно доповнити переведенням на архівне зберігання або анулюванням (знищенням) Електронних мікрофільмів. У переході 8 операції 070 доповнити реєстрацію мікрофільму СФД у журналі інвентарного обліку мікрофільму СФД архівного зберігання ще й реєстрацією Електронного мікрофільму. Також доповнити форму журналу інвентарного обліку мікрофільму СФД архівного зберігання, наведену в додатку Г документа [90], записом щодо Електронних мікрофільмів. У переході 12 операції 070 доповнити запис про анулювання (знищення) Електронних мікрофільмів у журналі інвентарного обліку мікрофільмів СФД або в журналі інвентарного обліку мікрофільмів СФД архівного зберігання. У переході 13 операції 070 доповнити запис про знищення Електронного мікрофільму. У переході 15 операції 070 передбачити дії стосовно обліку відомостей щодо переведення мікрофільму СФД та Електронного мікрофільму на архівне зберігання або його знищення за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік».

6.3 Аналіз операцій та переходів ТП 321.02200.00046 «Комплект документів на технологічний процес відтворення повнорозмірних паперових копій з мікрофільмів страхового фонду документації з використанням сучасної комп'ютерної техніки» (далі – ТП 046) та ТТП 321.02200.00048 «Комплект документів на типовий технологічний процес відтворення на паперових носіях

кольорової проектної документації для будівництва з мікрофільмів СФД, що виконана методами автоматизованого проектування» (далі – ТТП 048) виявив, що створювати окремі технологічні інструкції на відтворення повнорозмірних паперових копій з мікрофільмів СФД та відтворення кольорової проектної документації з мікрофільмів СФД недоцільно. Тому опис цих дій буде наведено в одному з розділів Інструкції. Зміни до ТП 046 стосуватимуться таких операцій:

- 005 «Одержання завдання на виготовлення копій з мікрофільму СФД»;
- 040 «Компонування (зшивка) зображень документів СФД»;
- 056 «Запис електронних копій документів СФД на оптичний диск».

Операція 005 «Одержання завдання на виготовлення копій з мікрофільму СФД».

Перевірити, чи є Електронний мікрофільм з цього мікрофільму СФД. У переході 2 операції 020 передбачити в наряді на відтворення та в наряді-замовленні на копіювально-розмножувальні роботи можливість виготовлення копій з Електронного мікрофільму.

Операція 040 «Компонування (зшивка) зображень документів СФД».

Цю операцію виконувати за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення».

Операція 056 «Запис електронних копій документів СФД на оптичний диск».

У переході 1 та 14 операції 056 потрібно внести зміну до наряду на відтворення з мікрофільмів СФД – додати примітку, що документи відновлено з Електронного мікрофільму.

6.4 Після аналізу ТТП 048 встановили, що фотоплівка, яка використовується в чинному технологічному процесі виготовлення мікрофільмів СФД, має вузький діапазон передавання градацій сірого кольору. Це призводить до того, що технологія відтворення документів з кольороподілених кадрів за допомогою трьох цифрових зображень у різних каналах кольорового простору RGB не дозволяє відтворювати відповідні до

оригіналу документи, які виконані в програмних засобах САД (див. розділ 5). Тому у 2015 році заплановано роботу «Розроблення методу визначення якості растрових кольорових зображень електронних копій документів, наданих на мікрофільмування», в якій буде розроблено схему кольорового простору кольорових зображень з урахуванням характеристик чорно-білої галогенідосрібної фотоплівки, що використовують у державній системі СФД, та вибрано спосіб представлення кольорових зображень на чорно-білій фотоплівці для забезпечення максимальної відповідності вхідному документу [91].

Проаналізувавши вищенаведене, встановили, що для впровадження технології створення та використання Електронних мікрофільмів потрібно розробити Інструкцію щодо виготовлення, ведення та використання Електронних мікрофільмів, яку будуть використовувати в РЦ СФД та на базах зберігання. Це пов'язано з тим, що ця технологія стосується більшої частини ТП, та потребує великої кількості змін до них.

Під час перевірок баз зберігання відбувається відновлення та оцифрування мікрофільмів СФД, задля збереження отриманих мікрофільмів в електронному вигляді їх можливо переводити в Електронні мікрофільми. Для цього буде розроблено алгоритм дій щодо виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД та тимчасове технічне рішення.

7 АЛГОРИТМИ ДІЙ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ, ВЕДЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ В УМОВАХ ФУНКЦІЮВАННЯ СХОВИЩА ЕЛЕКТРОННИХ КОПІЙ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ

7.1 Загальні відомості

7.1.1 У державній системі СФД немає нормативної та технологічної документації щодо створення та використання Електронного мікрофільму та Електронного сховища. Згідно з чинними ТТП 024, ТП 046 та ТТП 048 створюють та використовують аналогові мікрофільми на фотографічних плівках. Також відповідно до ТП 46, виготовляючи копії документів СФД, під час виконання операцій фактично частково створюється Електронний мікрофільм. У ТТП 056 теж є операції створення мікрофільму в електронному вигляді для подальшого знімання на КОМ-системі, але відсутня повна технологія створення Електронних мікрофільмів. Таким чином, ТТП 056 та ТП 046 фактично є джерелами заготовлення Електронних мікрофільмів. Тому було проаналізовано ТТП 056, ТТП 024, ТП 046 та ТТП 048 і виявлено перелік операцій та переходів, які можуть використовуватися під час виготовлення Електронних мікрофільмів, їх обліку і зберігання в Електронному сховищі, а також виготовлення копій документів СФД з використанням Електронного сховища. Було визначено потребу у створенні алгоритмів за такими напрямками:

- виготовлення Електронного мікрофільму;
- виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД;
- відтворення на плівці інформації з Електронного мікрофільму;
- відтворення копій документів СФД;
- внесення змін до Електронного мікрофільму;
- приймання на зберігання та облік Електронних мікрофільмів.

7.1.2 Виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД актуально тому, що до Електронного сховища будуть закладатися мікрофільми, виготовлені до 2014 року, та мікрофільми, що схильні до деструкції у наслідок оцтового синдрому. На основі аналізу операцій ТТП 056, ТТП 024, ТП 046 та ТТП 048, використовуючи їх технологічну ідею та спираючись на міжнародний досвід [92 – 101], було розроблено алгоритми виготовлення Електронного мікрофільму, виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД, відтворення на плівці Електронного мікрофільму, відтворення повнорозмірних паперових копій з Електронного мікрофільму, внесення змін до Електронного мікрофільму та приймання на зберігання та облік Електронних мікрофільмів.

7.2 Алгоритм виготовлення електронного мікрофільму

7.2.1 Порядок дій щодо виготовлення Електронного мікрофільму у вигляді алгоритму наведено на рис. 7.1.

Крок 1

Вхідний контроль електронних документів за операцією 010 ТТП 056.

Крок 2

Проконтролювати читаність та якісь зображень, у разі нечитаності зображень доопрацювати їх за операцією 040 ТТП 056.

Крок 3

Завантажити документацію в електронному вигляді до ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51».

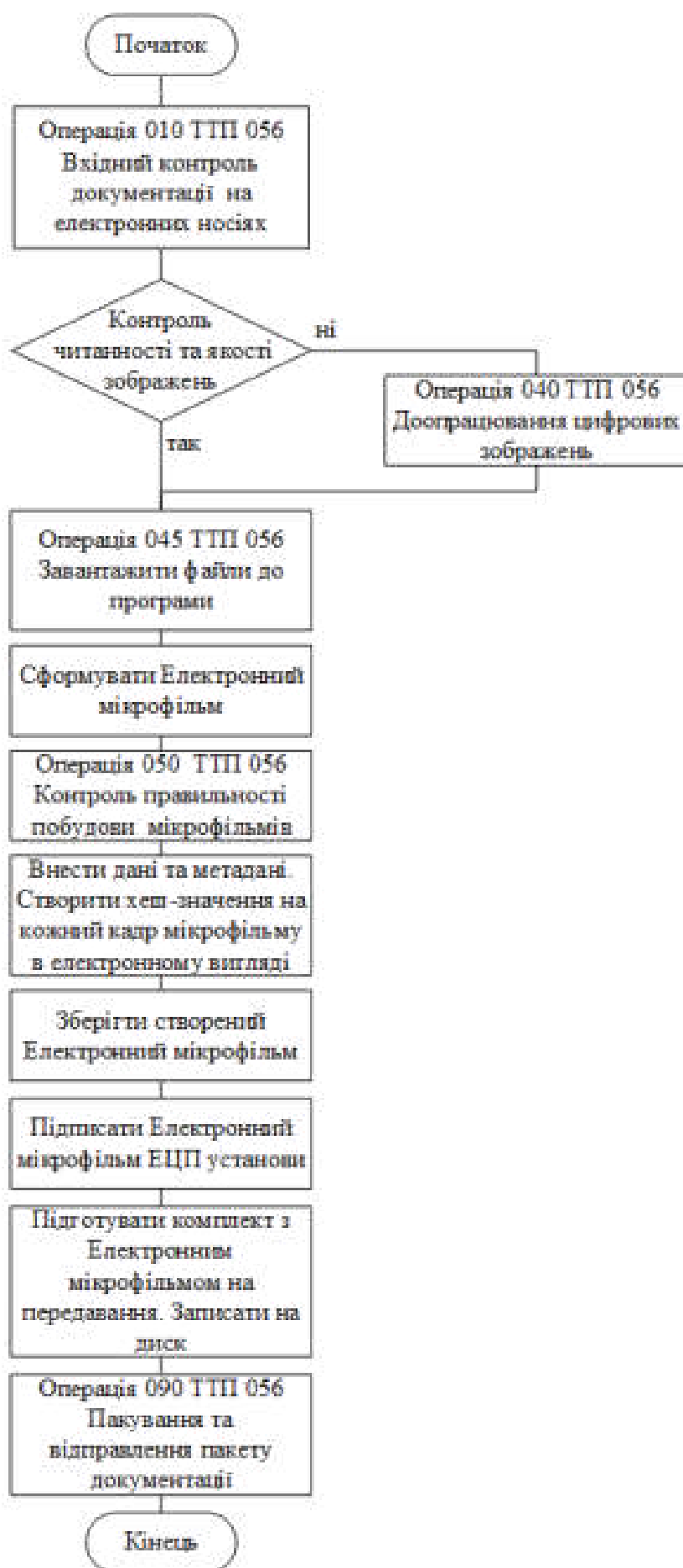


Рисунок 7.1

Крок 4

Сформувати мікрофільм в електронному вигляді за допомогою ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51».

Крок 5

Виконати операцію 050 ТТП 056, проконтролювати правильність побудови мікрофільмів в електронному вигляді.

Крок 6

Внести дані та метадані, визначити хеш-значення кожного кадру Електронного мікрофільму.

Крок 7

Зберегти створений Електронний мікрофільм на ПЕОМ.

Крок 8

Підписати Електронний мікрофільм ЕЦП установи.

Крок 9

Підготувати комплект з Електронним мікрофільмом на передавання, записати його на електронний носій інформації.

Крок 10

Виконати операцію 090 ТТП 056 «Підготовка та передача мікрофільмів на зберігання».

7.3 Алгоритм виготовлення електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів страхового фонду документації

7.3.1 Порядок дій щодо виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД у вигляді алгоритму наведено на рис. 7.2.

Крок 1

Сканування мікрофільму СФД згідно з операцією 035 ТП 046.

Крок 2

Проконтролювати зображення щодо якості зшивання форматів документів. За потреби, виконати зшивання документів згідно з операцією 040 ТП 046.

Крок 3

Відкалібрувати зображення згідно з операцією 045 ТП 046.

Крок 4

Проконтролювати читаність та якість зображень. За потреби, доопрацювати згідно з операцією 050 ТП 046.

Крок 5

Завантажити відновлений файл до ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51».

Крок 6

Сформувати мікрофільм в електронному вигляді згідно з операцією 045 ТПП 056 за допомогою ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51».

Крок 7

Контроль правильності побудови мікрофільму в електронному вигляді.

Крок 8

Внести дані та метадані та створити хеш-значення кожного кадру Електронного мікрофільму.

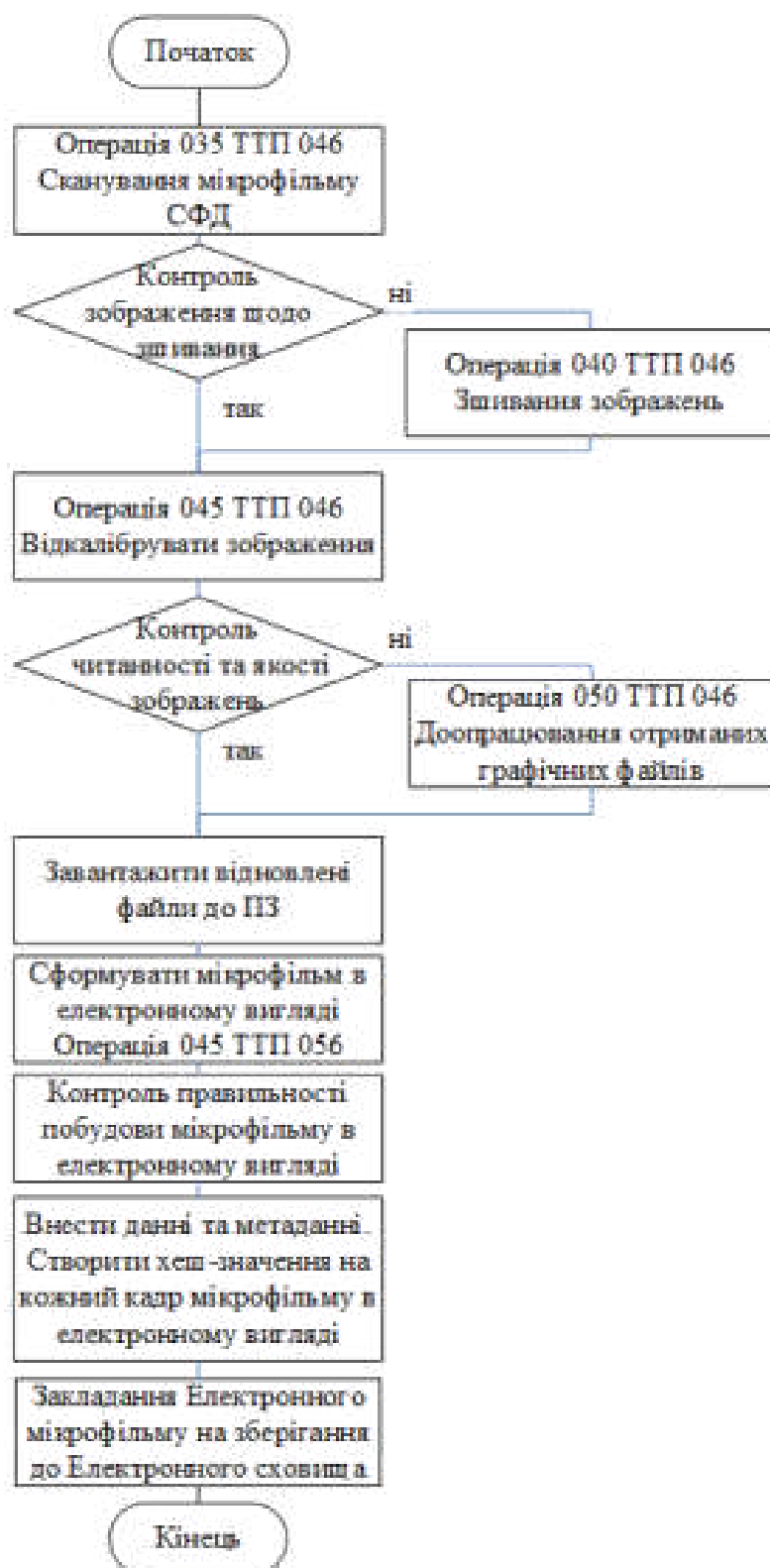


Рисунок 7.2

Крок 9

Передати Електронний мікрофільм на зберігання до Електронного сховища.

7.4 Алгоритм відтворення на плівці електронного мікрофільму

7.4.1 Порядок дій щодо відтворення на плівці Електронного мікрофільму у вигляді алгоритму наведено на рис. 7.3.

Крок 1

Провести плановий (періодичний) контроль мікрофільмів СФД.

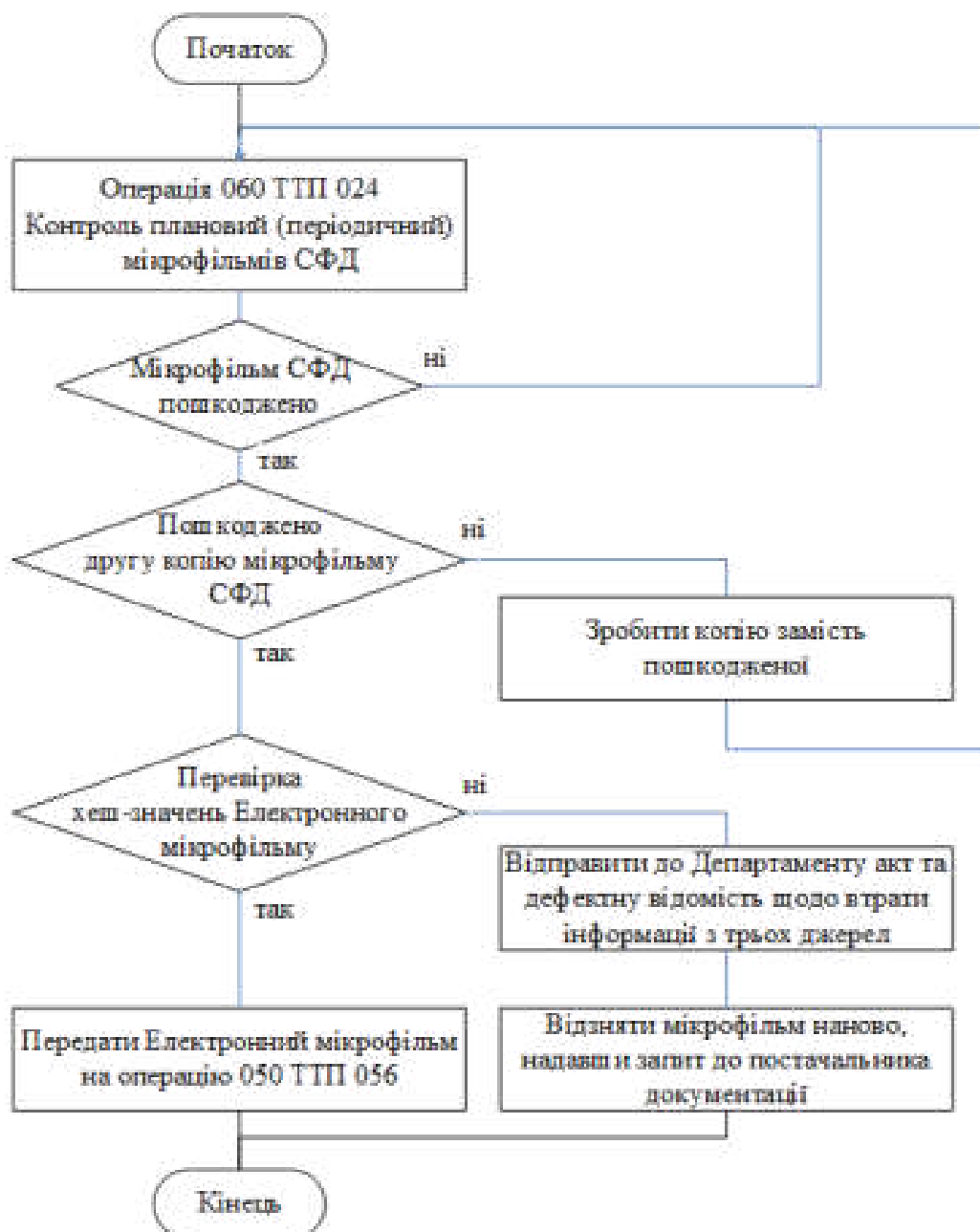


Рисунок 7.3

Крок 2

Перевірити на пошкодження основний мікрофільм СФД. Якщо основний мікрофільм СФД не пошкоджено, то закласти його на подальше зберігання відповідно до ТТП 024.

Крок 3

У разі пошкодження основного мікрофільму СФД, перевірити на пошкодження запасний мікрофільм СФД. Якщо запасний мікрофільм СФД не пошкоджено, то відповідно до ТТП 024 зробити з нього копію замість пошкодженого основного мікрофільму СФД.

Крок 4

У разі пошкодження основного та запасного мікрофільмів СФД за допомогою ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» перевірити хеш-значення даних Електронного мікрофільму. Якщо хеш-значення не співпадає, вважати Електронний мікрофільм зміненим:

- відправити до Департаменту акт та дефектну відомість щодо втрати інформації на мікрофільмах СФД (основному та запасному) і Електронному мікрофільмі;

- запросити у постачальника новий комплект документів. Виготовити мікрофільм СФД та Електронний мікрофільм.

Крок 5

Підписати Електронний мікрофільм ЕЦП установи та передати його до РЦ СФД, що його виготовляв, на операцію 050 ТТП 056 для подальшого виготовлення мікрофільмів СФД (основного та запасного) на КОМ-системі.

7.5 Алгоритм відтворення копій документів страхового фонду документації

7.5.1 Порядок дій щодо відтворення копій документів СФД у вигляді алгоритму наведено на рис. 7.4.

Крок 1

Отримати завдання на відтворення повнорозмірних паперових копій з мікрофільму СФД. Визначити за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення» в Електронному сховищі наявність відповідної документації. Якщо присутня – сформувати за допомогою зазначеного ПЗ пакет з вибраних документів для печаті повнорозмірних паперових копій. Якщо ні – діяти згідно з чинними операціями ТП 046.

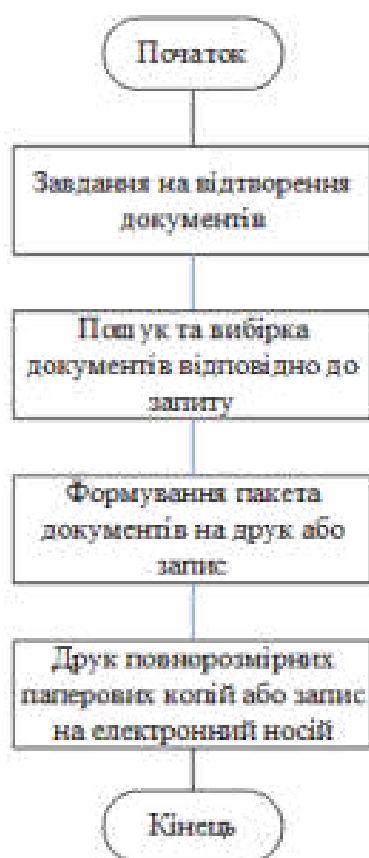


Рисунок 7.4

Крок 2

Зробити пошук та вибірку відповідно до завдання та запиту документів СФД, з яких потрібно створити паперові копії.

Крок 3

«Зшити» за допомогою ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення» та сформувати пакет з вибраних документів СФД для друкування повнорозмірних паперових копій або запису на електронний носій.

Крок 4

Записати на електронний носій копії документів СФД або надрукувати паперові копії згідно з операцією 055 ТП 046.

7.6 Алгоритм внесення змін до електронного мікрофільму

7.6.1 Порядок дій щодо внесення змін до Електронного мікрофільму у вигляді алгоритму наведено на рис. 7.5.

Крок 1

Пошук та вибірка відповідно до завдання мікрофільмів СФД, до яких потрібно вносити зміни.

Крок 2

Якщо допечатка більше ніж 30 %, підписати Електронний мікрофільм ЕЦП установи та передати до РЦ СФД для виконання алгоритму «Виготовлення Електронного мікрофільму».

Крок 3

Якщо допечатка менше ніж 30 %, підписати Електронний мікрофільм ЕЦП установи та передати до РЦ СФД для виконання алгоритму «Виготовлення Електронного мікрофільму». За операцією 045 ТТП 056 за допомогою ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» виконати допечатку в кінець

рулону в Електронному мікрофільмі.

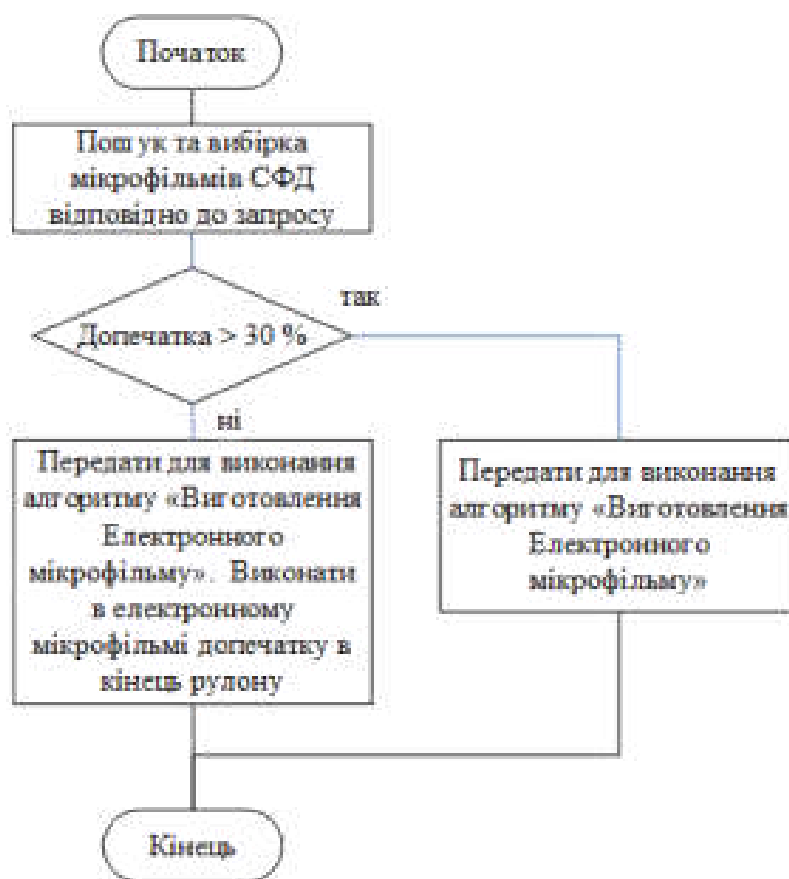


Рисунок 7.5

7.7 Алгоритм приймання на зберігання та облік електронних мікрофільмів

7.7.1 Порядок дій щодо приймання на зберігання та облік Електронних мікрофільмів у вигляді алгоритму наведено на рис. 7.6. Дії стосовно приймання на зберігання Електронного мікрофільму більш детально розкрито в алгоритмі «Порядок дій щодо контролю цілісності Електронного мікрофільму під час приймання на зберігання (див. 3.8).

Крок 1

Отримати посилку з Електронним мікрофільмом від РЦ СФД.



Рисунок 7.6

Крок 2

Перевірити супровідну документацію за операцією 015 ТТП 024. У разі виявлення недоліків оформлення КД і (або) технічних паспортів рулонів мікрофільмів СФД скласти Відомість виявлених дефектів за формою, наведеною в додатку Е документа [7], і повернути ці документи разом з рулонами мікрофільмів СФД, які містять їх мікрображення, до підприємства-

виробника для усунення виявлених недоліків.

Крок 3

Виконати облік Електронного мікрофільму відповідно до алгоритму «Порядок дій щодо контролю цілісності Електронного мікрофільму під час приймання на зберігання» (див. 3.8).

Крок 4

Зробити у паспорті мікрофільму СФД та у картках обліку тимчасового зберігання мікрофільмів СФД позначку про наявність Електронного мікрофільму. Внести інформацію про стан рулонів мікрофільмів СФД, які пройшли вхідний контроль, до Реєстру СФД.

7.7.2 Виходячи з вищезазначеного, для подальшого впровадження технології створення, ведення та використання Електронного мікрофільму за наступними етапами цієї НДР буде розроблено Інструкцію.

8 МОДЕЛЬ ЗАСТОСУВАННЯ СХОВИЩА ЕЛЕКТРОННИХ КОПІЙ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ У ПРОЦЕСАХ ВИГОТОВЛЕННЯ, ВЕДЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДОКУМЕНТІВ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ

8.1 Для побудови моделі застосування Електронного сховища у процесах виготовлення, ведення та використання документів СФД (далі – Модель) було використано методологію IDEF0 [102], в основі якої лежить використання графічної мови опису (моделювання) системи.

8.2 Основний концептуальний принцип методології IDEF0 – представлення системи, яку досліджують, у вигляді набору взаємодіючих і взаємопов'язаних блоків, що відображають процеси, операції та дії. У IDEF0 все, що відбувається в системі та її елементах, прийнято називати функціями. Кожній функції ставиться у відповідність блок. На IDEF0-діаграмі блок являє собою прямокутник. Інтерфейси, за допомогою яких блок взаємодіє з іншими блоками або із зовнішнім середовищем відносно системи, що моделюється, представляють стрілками, які входять до блоку або виходять з нього.

8.3 Модель наведена на рис. 8.1.

Деталізовану схему взаємодії ТТП 056, ТТП 024 ТП 046 та ТТП 048 наведено на рис. 8.2.

Деталізовану поопераційну схему застосування технології формування під час виготовлення мікрофільмів СФД за ТТП 056 наведено на рис. 8.3.

Деталізовану поопераційну схему застосування технології формування під час ведення мікрофільмів СФД за ТТП 024 наведено на рис. 8.4.

Деталізовані поопераційні схеми застосування технологій формування під час використання мікрофільмів СФД за ТП 046 та ТТП 048 наведено на рис. 8.5 та рис. 8.6.

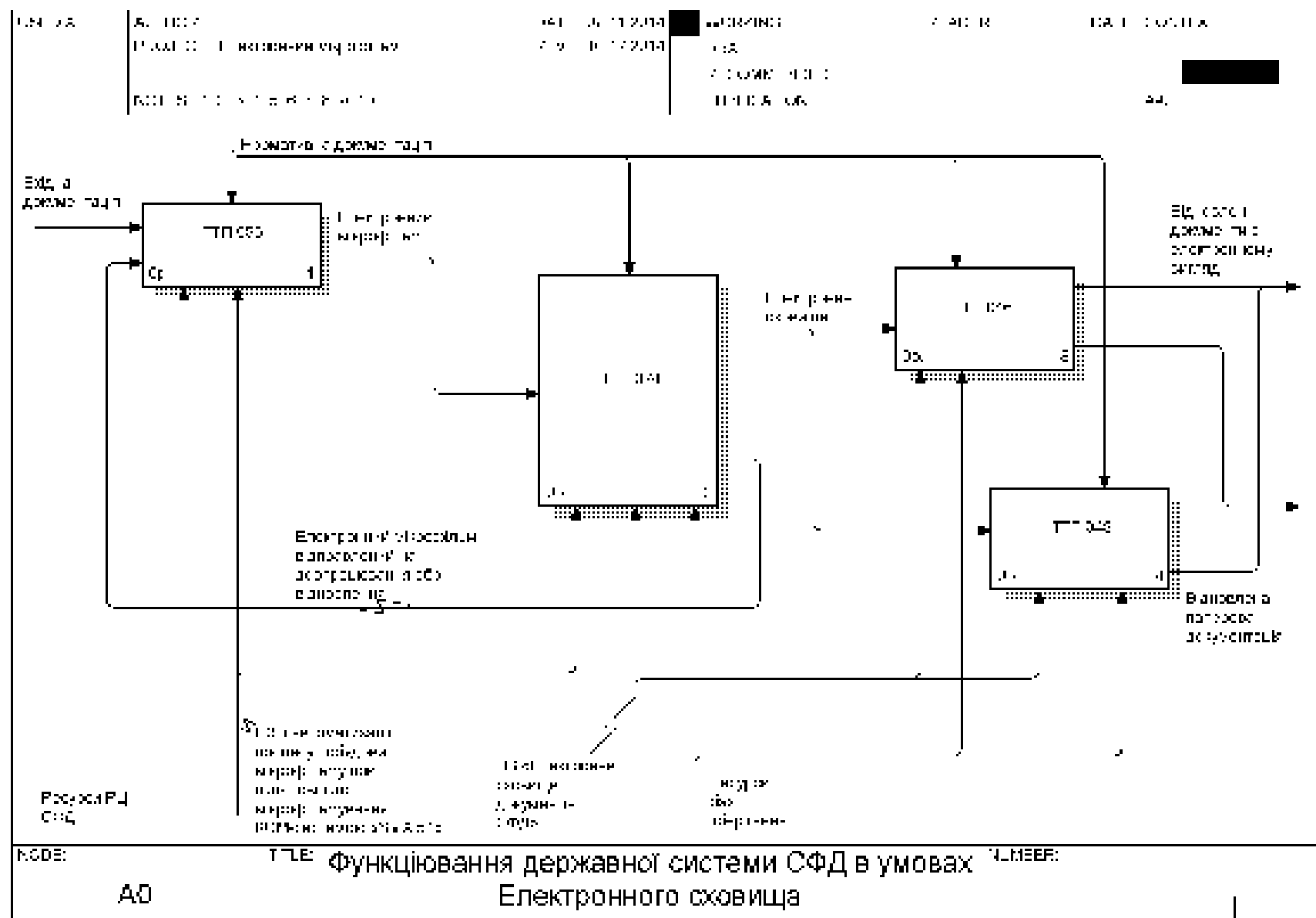


Рисунок 8.2

8.4 Вхідна документація від постачальника надходить на операції 010 та 040 ТТП 056, де відбувається вхідний контроль документації на електронних носіях та доопрацювання цифрових зображень.

Для виконання цих операцій потрібні ресурси РЦ СФД (фахівці, ПЕОМ).

Цифрові зображення з операцій 010 та 040 ТТП 056 та Електронні мікрофільми, що відправлено на доопрацювання відповідно до операції 065 ТТП 024, надходять на операції 045, 050 та 090 ТТП 056, де відбувається «Підготовка цифрових зображень та формування мікрофільмів в електронному вигляді», «Контроль правильності побудови мікрофільмів» та «Підготовка та передача мікрофільмів на зберігання». Після чого сформований Електронний мікрофільм відправляється на зберігання. Під час виконання операції 045, 050 та 090 ТТП 056 в Моделі додатково передбачено використання ПЗ з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» для формування Електронного мікрофільму.

Для виконання цих операцій потрібні ресурси РЦ СФД (фахівці, ПЕОМ).

8.5 Електронний мікрофільм, сформований за ТТП 056, надходить на операції 005, 015, 020, 030 та 032 ТТП 024, де відбувається «Приймання на зберігання», «Контроль оформлення комплектувальних документів СФД», «Вхідний контроль якості мікрофільмів СФД», «Облік замікрофільмованої документації» та «Оформлення». Під час виконання операції 005, 015, 020, 030 та 032 ТТП 024 в Моделі додатково передбачено використання ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік».

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

Зареєстровані Електронні мікрофільми передаються на операції 045 та 060 ТТП 024, де відбувається «Пошук» та «Контроль плановий (періодичний) мікрофільмів СФД». У разі виявлення пошкодження мікрофільмів СФД (основного та запасного) передати Електронні мікрофільми до РЦ СФД для відновлення мікрофільмів СФД. Якщо на операції «Пошук» проводилося

відновлення документів для відсилання замовнику, то знайдені Електронні мікрофільми передаються для відновлення на ТП 046 або ТТП 048. Під час виконання операції 045 та 050 ТТП 024 в Моделі додатково передбачено використання ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік».

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

У разі переведення мікрофільму СФД на архівне зберігання або анулювання (знищення) його потрібно передати на операцію 070 ТТП 024. Під час виконання операції 070 ТТП 024 в Моделі додатково передбачено використання ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік».

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

8.6 Відновлення документації з мікрофільмів СФД відбувається за ТП 046 та ТТП 048.

На операціях 005, 010, 040 та 045 ТП 046 виконується пошук компоновка та зшивання зображення. Під час виконання операції 005, 010, 040 та 045 ТТП 024 в Моделі додатково передбачено використання ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення».

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

На операціях 056, 068 та 085 ТП 046 виконується запис електронних зображень на носій інформації, його контроль, пакування та відправлення.

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

На операціях 055, 070 та 080 ТП 046 виконується друкування на папір.

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, принтер, ПЕОМ).

На операціях 005, 010, 030, 035, 040, 045 та 050 ТТП 048 виконується пошук, компоновка та зшивання зображення. Під час виконання цих операцій у Моделі додатково передбачено використання ПЗ «Електронне сховище

документів СФД – відтворення».

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

На операціях 055, 066, 070, 075 та 080 ТТП 048 виконується запис електронних зображень на носій інформації, його контроль, пакування та відправлення.

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, ПЕОМ).

На операціях 056, 068 та 085 ТТП 048 виконується друкування на папір.

Для виконання цих операцій потрібні ресурси баз зберігання (фахівці, принтер, ПЕОМ).

ВИСНОВКИ

Виконання вимог документа [1] стосовно забезпечення надійного довгострокового зберігання документів СФД та оперативного забезпечення ними користувачів потребує запровадження в державній системі СФД електронно-мікрографічної (гібридної) технології та визначення понять Електронного мікрофільму та Електронного сховища.

З метою запровадження нової технології під час досліджень:

- визначено напрями адаптації чинної нормативно-технологічної бази до функціонування державної системи СФД в умовах функціонування Електронного сховища;

- визначено заходи для створення та функціонування Електронного сховища відповідно до критеріїв «зрозумілість», «ідентифікованість», «інтерпретованість», «доступність», «читаність», «автентичність» стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів [3].

У частині визначення напрямів адаптації чинної нормативно-технологічної бази державної системи СФД до функціонування в умовах Електронного сховища:

- розроблено відповідні алгоритми для певних етапів життєвого циклу Електронного мікрофільму (виготовлення Електронних мікрофільмів, у тому числі з існуючих мікрофільмів СФД; відтворення Електронних мікрофільмів на плівку; відтворення копій документів СФД, у тому числі повнорозмірних паперових копій; внесення до Електронних мікрофільмів змін; приймання на зберігання та облік Електронних мікрофільмів тощо);

- визначено перелік операцій та переходів чинних ТП і ТТП, які потребують змін (операції 045, 050, 090 ТТП 056, операції 005, 015, 020, 025, 045, 060, 065, 070 ТТП 024, операції 005, 040, 056 ТП 046) та сформовано функціональні вимоги до ПЗ «Електронне сховище документів СФД»;

- визначено під час вибору моделі кольоровідтворення для відтворення

кольорових електронних зображень документації (проектно-конструкторської, проектної документації для будівництва та іншої, розробленої засобами автоматизованого проектування) недоцільність внесення змін до ТТП 321.02200.00047 «Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення документів СФД з кольорової проектної документації для будівництва на паперових носіях, що виконана методами автоматизованого проектування» (далі – ТТП 047) та ТТП 048. Встановлено, що попри перевагу моделі Lab над RGB, яку використовують згідно з ТТП 047 та ТТП 048, властивості рекомендованої плівки (висока контрастність) залишаються «вузьким місцем», оскільки за попередніми оцінками із використанням технології кольороподілення вона дозволяє передавати не більше 16 кольорів. На похибку кольоропередачі впливають і геометричні спотворення з боку мікрографічного устаткування. У свою чергу відсутність у чинній нормативній базі вимог стосовно кольорових обмежень надає право застосовувати під час розроблення документації всю сучасну палітру (16 мільйонів кольорів). Вирішення цієї проблеми передбачається під час виконання роботи за темою 1.1 «Розроблення методу визначення якості растрових кольорових зображень електронних копій документів, наданих на мікрофільмування» Тематичного плану на 2015 рік та за темою 1.2 «Розроблення методів кодування та декодування цифрової інформації у вигляді бітових потоків для виготовлення мікрофільмів та відтворення з них копій» Тематичного плану на 2014 рік. За результатом першої наукової роботи проблему може бути вирішено лише для обмеженої множини кольорових документів. Це пов'язано зі складністю забезпечення кольоропередачі зображень із великою глибиною кольору на канал (16, 24 біта тощо) із застосуванням будь-якої моделі кольороподілення в умовах використання наявної мікрографічної плівки. У свою чергу, за результатом другої наукової роботи метод забезпечить гарантоване відтворення будь-якого документа в електронному вигляді (навіть аудіо-, та відеофайли), але зі значними витратами часу на кодування/декодування та додатковим обсягом кадрів на мікрофільмування (один кадр формату А3 містить близько

100 кБ). Однак незалежно від технології вважаємо, що в Електронному мікрофільмі доцільно зберігати лише вихідне кольорове зображення документації для зниження витрат часу на декодування зображень під час попереднього переглядання і відтворення;

– обґрунтовано потребу розроблення Інструкції стосовно виготовлення, ведення та використання документів СФД в умовах функціонування Електронного сховища замість безпосереднього внесення змін у ТТП 056, ТТП 024, ТП 046.

Для визначення заходів стосовно створення та функціонування Електронного сховища відповідно до критеріїв стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів [3] («зрозумілість», «ідентифікованість», «інтерпретованість», «доступність», «читаність», «автентичність») було застосовано комплексний підхід, який передбачав вирішення завдання на програмному, апаратному, нормативному та організаційному рівнях.

Для забезпечення відповідності критерію «зрозумілість» змісту Електронного мікрофільму, контексту його створення і використання визначено перелік даних та метаданих і вимоги до них. До даних Електронного мікрофільму належать мікрозображення документації, до метаданих – відомості, призначені для опису даних, їх коректного відображення та відтворення засобами обчислювальної техніки, автоматизованого обліку, пошуку і використання (відомості стосовно трафаретів для мікрофільмів СФД, змісту позицій КД, побудови мікрофільму СФД та схем мікрофільмування певних графічних зображень документації тощо).

Для забезпечення відповідності критерію «ідентифікованість» запропоновано файли Електронного мікрофільму (файл із метаданими `main.xml`, файли із мікрозображеннями документації та файл `main.hash` із значенням хеш-функції змісту файла `main.xml`) групувати у теку, назва якої є позначкою мікрофільму (унікальний атрибут). Подібний підхід робить прозорим для користувача пошук Електронних мікрофільмів засобами ОС та зменшує

залежність від спеціалізованого ПЗ.

Відповідність критерію «інтерпретованість» забезпечується за рахунок:

- зберігання метаданих Електронного мікрофільму у вигляді текстового документа, який можливо прочитати в будь-якому текстовому редакторі;

- використання мови XML Schema для розроблення спеціалізованої мови розмітки Електронного мікрофільму, що забезпечить ПЗ відомостями для перевірки файлів із метаданими Електронного мікрофільму на відповідність певним правилам побудови, і побудови моделі даних документа для його подальшого автоматизованого оброблення;

- зберігання даних Електронного мікрофільму (мікрозображень документації) у вигляді файла графічного формату TIFF. Для вибору формату застосовано MAI. Вибір здійснювався із графічних форматів JPEG, PNG, JPEG 2000, BMP, GIF, які оцінювалися за такими критеріями: поширеність формату, глибина каналу, кольорові моделі, що підтримує формат, показник стиснення без втрати якості, ліцензійна політика власників та зрілість формату. Від розроблення специфікації власного графічного формату вирішено відмовитись, оскільки чинні графічні формати відповідають вимогам цільової сфери застосування, а розроблення власного графічного формату створювало б залежність від певного ПЗ та програмного середовища, що суперечить критерію «читаність».

Відповідність критерію «доступність» досягається на програмному рівні шляхом реалізації такої схеми функціонування Електронного сховища:

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік» під час операцій із обліку Електронного мікрофільму зберігає його дані (мікрозображення документації) на файловому сервері (сховищі даних), формує та зберігає ІПХ у реляційній БД (сховищі ІПХ) та забезпечує інформаційну взаємодію із Реєстром СФД на рівні відомостей технічного паспорта мікрофільму;

- ПЗ «Електронне сховище документів СФД – облік», ПЗ «Електронне сховище документів СФД – контроль стану», ПЗ «Електронне сховище документів СФД – відтворення» та Реєстр СФД використовують накопичені на

попередньому етапі відомості під час виконання відповідних завдань із приймання на зберігання та облік Електронних мікрофільмів, плановий контроль, відтворення копій документів СФД, внесення змін, переведення на архівне зберігання та знищення тощо.

Для забезпечення відповідності критерію «читаність» вирішено:

- використовувати технологічно-нейтральні стандарти [3]: текстові файли для збереження в XML-документах метаданих Електронного мікрофільму та графічний формат TIFF для збереження даних Електронного мікрофільму, що унеможливило ризик морального старіння певного ПЗ та програмного середовища;

- проводити періодичні дослідження сучасних електронних носіїв та інтерфейсів їх підключення з метою забезпечення своєчасної міграції [103] Електронних мікрофільмів. Відповідні дослідження у рамках наукової роботи доцільно проводити за рік до повторної атестації комплексної системи захисту інформації, у складі якої передбачається функціонування Електронного сховища. На цей час Носії сховища даних в Електронному сховищі рекомендовано будувати із жорстких дисків Hitachi (висновок зроблено на підставі статистичних відомостей фірми Backblaze). За умови їх об'єднання у масив рівня RAID 1 імовірність виходу з ладу одного Носія сховища даних становить 0,0002 %. Усього пропонується придбати шість жорстких дисків обсягом 1 ТБ кожний. Чотири жорсткі диски використовуватимуться у двох зовнішніх дискових масивах прямого підключення рівня RAID 1 та утворять, таким чином, два Носія сховища даних. Два жорсткі диски потрібні для забезпечення оперативної заміни у разі виходу з ладу одного з жорстких дисків RAID-масиву. Таким чином, загальний обсяг Електронного сховища становитиме 2 ТБ. Достатність цього обсягу було визначено на підставі аналізу трудомісткості виготовлення Електронного мікрофільму з існуючих мікрофільмів СФД і приблизного обсягу одного Електронного мікрофільму (400 МБ для одного рулону на 300 кадрів). Так, на підставі даних документа [42] визначено, що для виготовлення електронних копій із 500 рулонів

документів СФД, кожен з яких містить 300 кадрів документації формату A4x3 (отримане як математичне сподівання формату, що надходить на мікрофільмування до РЦ СФД) потрібно 13200 люд./год. Потрібний обсяг Носія сховища даних становить не менше ніж 250 ГБ, що набагато менше ніж 2 ТБ. Таким чином, «вузьким місцем» є трудомісткість чинного ТП виготовлення електронних копій;

- використовувати як Носії сховища даних зовнішні дискові масиви прямого підключення, які повинні відповідати таким вимогам: можливість створення масиву рівня RAID 1, підтримка інтерфейсу USB 3.0 та/або eSATA, наявність системи активного охолодження жорстких дисків (наприклад, Welland ME-580J). Виходячи з вищенаведеного, спочатку потрібно придбати три подібних пристрої, один з яких – на випадок оперативної заміни у разі виходу з ладу одного з зовнішніх дискових масивів прямого підключення;

- здійснювати регулярну ротацію Носіїв сховища даних для мінімізації ризику втрати їх робочого стану через надмірний час підключення до Електронного сховища, а також надмірний час знаходження у резерві. Максимальний час планової ротації Носія сховища даних – три місяці. Таким чином, мінімальна кількість Носія сховища даних – дві штуки;

- проводити SMART-тест жорстких дисків Носія сховища даних перед його закладанням на зберігання;

- проводити перевірку робочого стану Носія сховища даних, що знаходились на резервному зберіганні, перед його підключенням до Електронного сховища засобами RAID-контролера.

Для забезпечення відповідності критерію «автентичність» вирішено:

- під час обміну Електронними мікрофільмами між спеціальними установами СФД застосовувати ЕЦП, підтверджений Посиленим сертифікатом. Накладення ЕЦП та його перевірку здійснювати за допомогою надійних засобів цифрового підпису. Це дозволить забезпечити цілісність Електронного мікрофільму та усунути ризики випадкової зміни даних у зв'язку з несправністю електронних носіїв, навмисного підроблення документа

зловмисником та заперечення установою-відправником власного повідомлення. Слід додати, що Електронний мікрофільм перед накладенням ЕЦП повинен бути заархівовано за допомогою файлового архіватора 7-ZIP, а після її перевірки – розархівовано;

– у межах спеціальної установи СФД, де функціюватиме Електронне сховище, застосовувати:

1) обчислення хеш-значення кожної складової Електронного мікрофільму (файлів із кадрами мікрозображень документації, файла із метаданими) та їх контроль перед використанням Електронного мікрофільму. Як хеш-функцію застосовувати SHA-2 з довжиною хеш-значення 512 біт;

2) застосовувати механізми автентифікації комплексної системи захисту інформації, у межах якої передбачається функціонування Електронного сховища.

Для узагальнення результатів роботи за допомогою методології IDEF0 побудовано модель, відповідно до якої передбачається функціонування Електронного сховища.

Функціонування Електронного сховища потребує:

– внесення змін у технічний паспорт мікрофільму [104] стосовно обліку відомостей про Електронний мікрофільм;

– внесення змін до СОУ 75.2-00010103-004:2009, СОУ 75.2-00010103-005:2005, СОУ 75.2-37763687-014:2012 щодо нормативів часу та СОУ 75.2-00010103-003:2008 щодо витрат матеріалів;

– розроблення за результатами дослідження питань щодо порядку формування, ведення та використання Електронного сховища в Реєстрі СФД державних стандартів, які висвітлюють питання побудови Електронного мікрофільму, спеціалізованої мови розмітки Електронного мікрофільму, внесення змін до Електронного мікрофільму. Створення зазначених стандартів має відповідати критеріям «зрозумілість», «інтерпретованість», «ідентифікованість» стратегії довгострокового зберігання автентичних електронних документів [3];

– автоматизації задачі формування Електронного сховища відомостями закладених на зберігання мікрофільмів СФД. Це передбачає проведення низки наукових робіт стосовно дослідження проблемних питань із визначення та розпізнавання графічних об'єктів замікрофільмованої документації і розроблення відповідного ПЗ, яке дозволить автоматизувати задачі коригування, калібрування та зшивання відсканованих зображень замікрофільмованої документації, формування відповідних метаданих та створення таким чином Електронних мікрофільмів.

Позитивний ефект від упровадження результатів роботи полягає в:

- забезпеченні оперативного доступу до закладеної на зберігання документації;
- зменшенні часу на відтворення документів СФД з їх електронних копій, які зберігатимуться в Електронному сховищі;
- створенні засад щодо підвищення надійності зберігання інформації СФД України за рахунок її резервного копіювання на машинні носії.

Значущість результатів роботи полягає у створенні наукового підґрунтя для запровадження у державній системі СФД сучасної гібридної технології зберігання та забезпечення користувачів документами страхового фонду документації.

Очікуваний економічний ефект буде розраховано після розроблення ПЗ «Електронне сховище документів СФД».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про страховий фонд документації України : закон України від 22 березня 2001 р. № 2332–III [із змін.] [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2332-14>.
2. Гаврилин А. П. Применение электронно-микрографических технологий для сохранения и оперативного доступа к документированной информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://cyberleninka.ru/journal/n/uspehi-sovremennogo-estestvoznaniya?issue_id=842310#issues-list-title.
3. Long-term preservation of electronic document-based information : ISO/TR 18492:2005.
4. Автоматизована інформаційна система страхового фонду документації України : технічне завдання з Доповненнями № 1 – 5, тема 10 / НДІ мікрографії ; наук. кер. Ільїн С. В. – Х., 2011. – 83 с.
5. Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/642-2002-%D0%BF/print1175502067860984>.
6. Розроблення програмного забезпечення з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» : технічне завдання, тема 2.6 / НДІ мікрографії ; наук. кер. Приходько В. М., кер. роботи Ільїн С. В. – Х., 2012. – 16 с.
7. Страховий фонд документації. Правила постачання і прийняття мікрофільмів та мікрофіш страхового фонду документації на довгострокове зберігання [Текст] : ДСТУ 33.402–2003 [із змін.]. — [Чинний від 2004–03–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2004. — III, 11 с. — (Національний стандарт України).
8. Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1306-11>.
9. Страховий фонд документації. Графічні символи і трафарети у мікрофільмах. Загальні технічні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.113:2008. — [Чинний від 2009–07–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2008. — III,

- 13 с. — (Національний стандарт України).
10. Мак-Клелланд, Дик. Photoshop 7. Библия пользователя / пер. с англ. — М. : Вильямс, 2003. — 928 с.
11. Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення мікрофільмів страхового фонду документації з використанням цифрових технологій [Текст] : ТТП 321.02200.00056 / НДІ мікрографії; наук. кер. Кривулькін І. М., кер. роботи Козирев В. М. — Х., 2011. — 150 с.
12. Страховий фонд документації. Підготовка і відправка на мікрофільмування документації на промислову продукцію. Технічні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.105–2002 [із змін.]. — [Чинний від 2004–01–01]. — К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. — III, 10 с. — (Національний стандарт України).
13. Страховий фонд документації. Об'єкти культурної спадщини. Документація на об'єкти архітектури та містобудування для створення страхового фонду документації. Технічні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.106:2005. — [Чинний від 2007–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — III, 32 с. — (Національний стандарт України).
14. Страховий фонд документації. Документація на об'єкти історичні та монументального мистецтва для створення страхового фонду документації. Технічні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.107:2006 [із змін.]. — [Чинний від 2007–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — III, 19 с. — (Національний стандарт України).
15. Страховий фонд документації. Документація на рухомі предмети, пов'язані з нерухомими об'єктами культурної спадщини, для створення страхового фонду документації. Технічні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.109:2005 [із змін.]. — [Чинний від 2007–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — III, 8 с. — (Національний стандарт України).
16. Страховий фонд документації. Підготування та відправлення на мікрофільмування проектної документації на об'єкти будівництва. Технічні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.112:2008. — [Чинний від 2009–07–01]. — К. :

- Держспоживстандарт України, 2009. — III, 19 с. — (Національний стандарт України).
17. Страховий фонд документації. Документація для проведення аварійно-рятувальних робіт. Загальні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.115:2010. — [Чинний від 2012–07–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — III, 24 с. — (Національний стандарт України).
 18. Страховий фонд документації. Об'єкти будівництва. Порядок створювання [Текст] : ДСТУ 33.201:2004 [із змін.]. — [Чинний від 2005–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — III, 19 с. — (Національний стандарт України).
 19. Страховий фонд документації. Промислова продукція господарського призначення. Порядок створювання [Текст] : ДСТУ 33.202:2004 [із змін.]. — [Чинний від 2005–07–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — IV, 30 с. — (Національний стандарт України).
 20. Страховий фонд документації. Порядок побудови мікрофільмів страхового фонду [Текст] : ДСТУ 33.101–97 [із змін.]. — [Чинний від 1998–01–01].
 21. Режим доступу : http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/ISO_216.html.
 22. Режим доступу : https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%25A5%25D0%25B5%25D1%2588-%25D1%2581%25D1%2583%25D0%25BC%25D0%25BC%25D0%25B0&ei=0s4eVIy1HcXeatDDgpAB&usg=AFQjCNG_2VBtSGczA7SMOuiqQOLWlxyaWg&sig2=WjVvKDkpXtWftpynZGDMGw&bvm=bv.75775273,d.d2s.
 23. Страховий фонд документації. Порядок внесення змін до мікрофільмів страхового фонду документації [Текст] : ДСТУ 33.302:2003 [із змін.]. — [Чинний від 2004–09–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2003. — III, 11 с. — (Національний стандарт України).
 24. Страховий фонд документації. Позначення документів страхового фонду документації. Загальні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.104–2002 [із змін.]. —

- [Чинний від 2004–01–01]. — К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. — III, 6 с. — (Національний стандарт України).
25. Про державну таємницю : закон України від 21 січня 1994 р. № 3855–XII // ВВР України. — 1994. — № 16. — С. 93.
 26. Про затвердження Інструкції про порядок обліку, зберігання і використання документів, справ, видань та інших матеріальних носіїв інформації, які містять службову інформацію : постанова Кабінету Міністрів України від 27 листопада 1998 р. № 1893 // Офіц. вісн. України. — 1998. — № 48. — С. 31.
 27. Graphic technology – Prepress digital data exchange – Tag image file format for image technology (TIFF/IT) : ISO 12639:2004.
 28. Open Document Format for Office Applications (OpenDocument) Version 1.2.
 29. Режим доступу : http://www.blu-raydisc.com/assets/Downloadablefile/BD-ROM-AV-WhitePaper_100604%281%29-15916.pdf.
 30. Дослідження питання створення сховища електронних копій документів страхового фонду документації у Державному реєстрі документів страхового фонду документації України : технічне завдання, тема 2.1 / НДІ мікрографії ; наук. кер. Кривулькін І. М., кер. роботи Ільїн С. В. – Х., 2014. – 16 с.
 31. Режим доступу : http://www.thg.ru/software/test_arhivatorov_7zip_magicrar_winrar_winzip/print.html.
 32. Режим доступу : <https://www.gnu.org/licenses/lgpl-3.0.ru.html>.
 33. Режим доступу : <http://www.nstor.ru/ru/catalog/378/1245.html>.
 34. Режим доступу : http://www.citilink.ru/catalog/computers_and_notebooks/hddstores/888852/rev19727/#read.
 35. Режим доступу : <http://www.dell.com/rs/business/p/powervault-md3000/pd>.
 36. Режим доступу : <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1371>.
 37. Режим доступу : http://www.512byte.ua/articles/23/nadezhnost_raid_massivov/.
 38. Режим доступу : <http://rlab.ru/doc/s.m.a.r.t..html>.
 39. Режим доступу : <https://www.backblaze.com/blog/hard-drive-reliability-update->

september-2014.

40. Порядок організації та забезпечення режиму секретності в державних органах, органах місцевого самоврядування, на підприємствах, в установах і організаціях, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 18 грудня 2013 р. № 939.
41. Режим доступу : <http://www.seagate.com/www-content/product-content/enterprise-hdd-fam/terascale-hdd/ru/docs/terascale-hdd-data-sheet-ds1793-1-1306ru.pdf>.
42. Страховий фонд документації. Нормативи трудомісткості технологічних операцій відтворення повнорозмірних паперових копій з мікрофільмів [Текст] : СОУ 75.2-37763687-014:2012 / НДІ мікрографії ; розробники: Т. Беззубець (наук. кер.), І. Кривулькін, В. Приходько, Т. Савченко. — [На заміну КНД 321.025–97; чинний від 2012–07–01]. — К. : Укрдержархів, 2011. — IV, 71 с. — (Стандарт Укрдержархіву).
43. Режим доступу : http://www.epos.ua/view.php/pubs_1?subaction=showfull&id=1027890000&archive=&start_from=&ucat=1&.
44. A. Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone. Handbook of Applied Cryptography. Chapter 9. CRC Press, 1996.
45. Ross N. Williams. Элементарное руководство по CRC алгоритмам обнаружения ошибок [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.info-system.ru/library/algo/crc1.pdf>.
46. Брюс Шнайер. Прикладная криптография [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://files.zipsites.ru/books/cryptoshn.pdf>.
47. Вервейко В. Н., Пушкарев А. И., Цепурит Т. В. Функции хэширования: классификация, характеристика и сравнительный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bezopasnik.org/article/book/94.pdf>.
48. Anderson R. The classification of hash functions. Proc. of the IMA Conference on Cryptography and Coding, Cirencester, December 1993, Oxford University Press, 1995, pp. 83-95.
49. Режим доступу : <http://www.cryptonessie.org>.

50. Про електронний цифровий підпис : закон України від 22 травня 2003 р. № 852–IV [із змін.] [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/852-15>.
51. Режим доступу : <http://www.acskidd.gov.ua>.
52. Про затвердження Правил посиленої сертифікації : наказ Департаменту спеціальних телекомунікаційних систем та захисту інформації Служби безпеки України від 13 січня 2005 р. № 3 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0104-05>.
53. Режим доступу : <http://ecm-journal.ru/docs/Vozmozhno-li-khranenie-ehlektronnykh-dokumentov-podpisannykh-EhP-v-techenie-75-let.aspx?from=subsrss>.
54. Режим доступу : <http://etransformation.org.ua/2014/07/16/117>.
55. Режим доступу : http://acskidd.gov.ua/korustyvach_csk.
56. Режим доступу : <http://www.progfree.org/Patents/Gif/Gif.html>.
57. Режим доступу : <http://partners.adobe.com/public/developer/en/tiff/TIFF6.pdf>.
58. Режим доступу : <http://www.jpeg.org/jpeg/documentation.html>.
59. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. — М.: Мир, 2001.
60. Режим доступу : <http://www.libpng.org/pub/png/spec/iso>.
61. Режим доступу : [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd162461\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd162461(v=vs.85).aspx).
62. Режим доступу : <http://www.jpeg.org/jpeg2000/documentation.html>.
63. Режим доступу : <http://www.martinreddy.net/gfx/2d/GIF89a.txt>.
64. Брюс Фрейзер. Реальный мир Camera Raw и Adobe Photoshop CS2 = World Camera Raw with Adobe Photoshop CS2. — Вильямс, 2007. — 304 с.
65. Режим доступу : <http://www.adobe.com/devnet-apps/photoshop/fileformats.html>.
66. Страховий фонд документації. Державна система страхового фонду документації. Загальні положення [Текст] : ДСТУ 33.004:2006. — [На зміну ДСТУ 33.003–2002 ; чинний від 2007–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — III, 9 с. — (Національний стандарт України).
67. Режим доступу : <http://helpx.adobe.com/photoshop/using/color-modes.html#>.
68. Режим доступу : <https://www.adobe.com/digitalimag/adobergb.html>.

69. Режим доступу : http://www.colorsystem.com/?page_id=955&lang=en.
70. Режим доступу : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:2846:-1:ed-2:v1:en>.
71. Режим доступу : http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html.
72. Режим доступу : <https://www.nationalarchives.gov.uk/documents/selecting-storage-media.pdf>.
73. Режим доступу : http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee.html?commid=45374.
74. Режим доступу : http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=18902.
75. Режим доступу : [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/at62haz6\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/at62haz6(v=vs.110).aspx).
76. Саати Т. Аналитическое планирование [Текст] / Саати Т., Кернс К. — М. : Радио и связь, 1991. — 224 с.
77. Режим доступу : <http://www.aivosto.com/vbtips/imageformats.html>.
78. Robert Buckley, Ph.D. Xerox Research Center Webster. Technology Watch Report «JPEG 2000-a Practical Digital Preservation Standard?» Webster, New York, DPC Technology Watch Series Report 08-01, February 2008.
79. Режим доступу : <http://havecamerawilltravel.com/photographer/tiff-image-compression-lzw-zip>.
80. Режим доступу : http://www.imagescienceassociates.com/mm5/pubs/Human-Readable_Preservation_of_Digital_Images_to_Microfilm.pdf.
81. Режим доступу : http://www.imaging.org/ist/publications/reporter/articles/Rep22_3_TDF2007_LABARCA.pdf.
82. Режим доступу : <http://www.yumpu.com/et/document/view/549624/ilfochrome-micrographic-film>.
83. Домасев М. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения / М. Домасев, С. Гнатюк. — СПб. : Питер, 2009. — 218 с.
84. Маргулис Ден. Photoshop для профессионалов: классическое руководство по цветокоррекции [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://rumata.net/books/53.pdf>.
85. Режим доступу : <http://www.reprograf.ru/doc/evseev.pdf>.
86. Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення

- документів СФД з кольорової проектної документації для будівництва на паперових носіях, що виконана методами автоматизованого проектування [Текст] : ТТП 321.02200.00047 [із змін.] / НДІ мікрографії ; розробники: В. Козирев (кер.), В. Лебедєв (відп. виконавець). — [Чинний від 2007–12–19]. — Х., 2007. — 74 с.
87. Комплект документів на типовий технологічний процес відтворення на паперових носіях кольорової проектної документації для будівництва з мікрофільмів СФД, що виконана методами автоматизованого проектування [Текст] : ТТП 321.02200.00048 [із змін.] / НДІ мікрографії ; розробники: В. Козирев (кер.), В. Лебедєв (відп. виконавець). — [Чинний від 2007–12–19]. — Х., 2007. — 57 с.
88. Про затвердження Правил безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж : наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 15 листопада 2001 р. № 485, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 3 грудня 2001 р. за № 1002/6193 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z1002-01>.
89. Про визначення таким, що втратив чинність, наказу Міністерства праці та соціальної політики України від 15 листопада 2001 року № 485 : наказ Міністерства соціальної політики України від 29 травня 2014 р. № 329, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 червня 2014 р. за № 631/25408 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0631-14>.
90. Страховий фонд документації. Порядок переведення мікрофільмів та мікрофіш страхового фонду документації на архівне зберігання або анулювання [Текст] : ДСТУ 33.303:2003 [із змін.]. — [Чинний від 2004–03–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2004. — III, 10 с. — (Національний стандарт України).
91. Розроблення методу визначення якості растрових кольорових зображень електронних копій документів, наданих на мікрофільмування : технічне завдання, тема 1.1 / НДІ мікрографії ; кер. Козирев В. М., викон.

Егоров П. М. – Х., 2014. – 15 с.

92. Методические рекомендации по работе с электронными документами в архивах организаций. Федеральное бюджетное учреждение [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://archives.ru/sites/default/files/rekomend_el-storage.pdf.
93. Методические рекомендации по организации хранения, комплектования, учета и использования ЭД в государственных архивах. Федеральное бюджетное учреждение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://archives.ru/sites/default/files/rekomendation-vniid-adoc-org-2013.pdf>.
94. СИБИД. Управление документами. Общие требования [Текст] : ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007. [Дата введения 2007-07-01]. — М. : Стандартинформ, 2007. — (Национальный стандарт Российской Федерации).
95. Бобылева М.П. Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. — М. : МЭИ, 2010.
96. Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Требования к электронному сообщению [Текст] : ГОСТ Р 53898-2010. — [Дата введения 2010-10-26]. — М., 2010. — (Национальный стандарт Российской Федерации).
97. Системы электронного документооборота. Управление документацией. Информация, сохраняемая в электронном виде. Рекомендации по обеспечению достоверности и надежности [Текст] : ГОСТ Р 54471-2011/ISO/TR 15801:2009. — [Дата введения 2012-08-01]. — М., 2012. — (Национальный стандарт Российской Федерации).
98. Управління документообігом – Формат файлів електронних документів для довгострокового збереження – Частина 1: Використання формату PDF 1.4 (PDF/A-1) : ISO/SR 19005-1:2005.
99. Прикладные системы управления документами. Контроль качества сканирования цветных учрежденческих документов : ISO 29861:2009.
100. Организация работы с цифровыми и оцифрованными фотодокументами [Текст] : метод. рекомендации / Государственный архив электронной

документации чувашской республики ; Фадеева Н.А. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.gatd.archives21.ru%2Fdoc%2Ftext.rtf&ei=gLJtVLX9OMWtPMasgGA&usg=AFQjCNFlipfW0B-rjGNiD6oJqm4Ilt7E2A&bvm=bv.80120444,d.ZWU&cad=rja>.

101. Методические рекомендации по организации работы с электронными документами в организациях Республики Беларусь / Государственное учреждение «Белорусский научно-исследовательский центр электронной документации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCcQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.minjust.by%2Ffiles%2FMR%2520po%2520organizacii%2520raboty%2520s%2520ED%2520v%2520organizaciyah%2520RB.rtf&ei=gLJtVLX9OMWtPMasgGA&usg=AFQjCNFJmo1l9sQ4JsYysXXaJMHuB8xrtg&bvm=bv.80120444,d.ZWU&cad=rja>.
102. Методология функционального моделирования IDEF0 [Текст] : РД IDEF 0 – 2000 / Научно-исследовательский Центр CALS – технологий «Прикладная Логистика». – М., 2000. – 68 с.
103. Інформація та документація – Процеси конверсії та міграції електронних документів (Information and documentation – Digital records conversion and migration process) : ISO/SR 13008:2012.
104. Страховий фонд документації. Документи страхового фонду документації. Технічний паспорт мікрофільму. Загальні вимоги [Текст] : ДСТУ 33.108:2005. — [Чинний від 2007–01–01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — III, 18 с. — (Національний стандарт України).