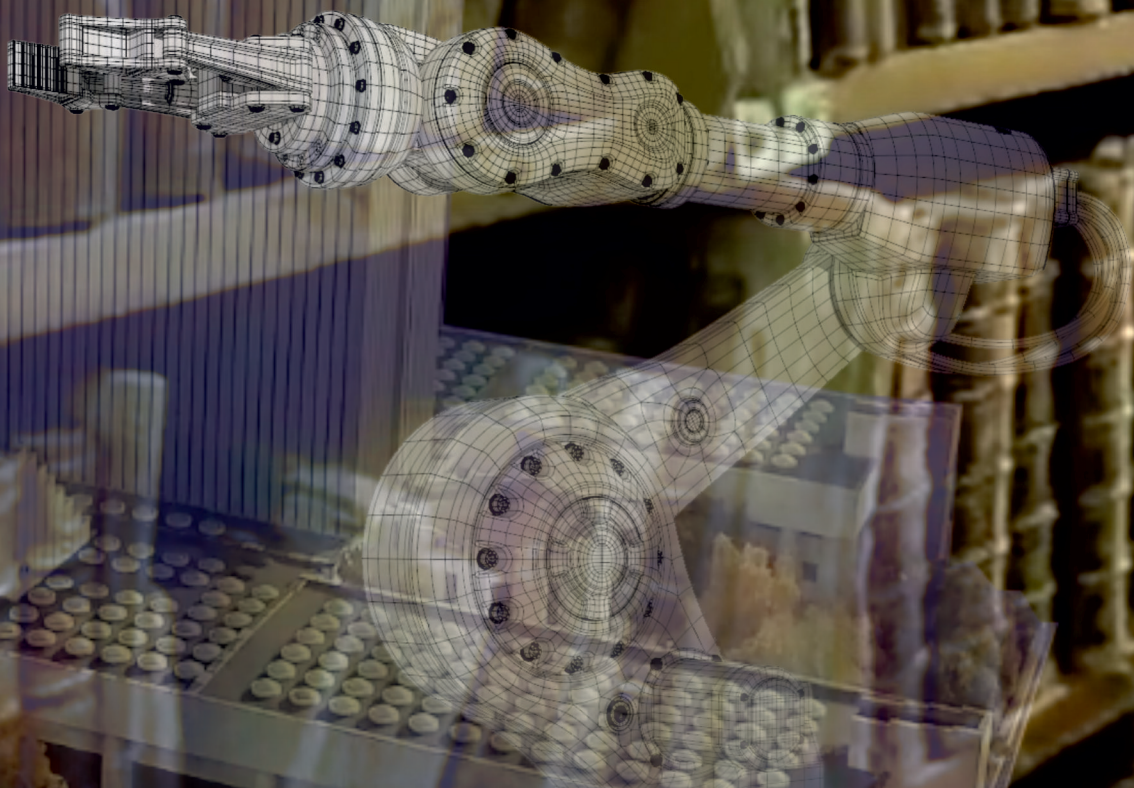


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА БІБЛІОТЕКА УКРАЇНИ
ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО

БАЗОВІ СКЛАДОВІ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА БІБЛІОТЕКА УКРАЇНИ
ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО

**БАЗОВІ СКЛАДОВІ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ
ОСОБЛИВО ЦІННИХ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ,
ЩО СТАНОВЛЯТЬ КУЛЬТУРНЕ НАДБАННЯ УКРАЇНИ**

МОНОГРАФІЯ

КИЇВ 2023

DOI: https://doi.org/10.15407/r_nbu.0005085

УДК 025.7/.9(477)НБУВ + 930.253(477)

Затверджено до друку Вченою радою
Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського
(протокол № 8 від 21 листопада 2023 р.)

Відповідальний редактор
Ю. С. Ковтанюк, кандидат історичних наук, старший дослідник

Рецензенти:
Р. І. Черьопкіна, кандидат технічних наук, доцент
Т. І. Тугай, доктор біологічних наук, професорка

Авторський колектив:
Тарас Іванович Власюк, Любов Петрівна Затока, Юрій Славович Ковтанюк,
Таміла Вальтерівна Крікова, Людмила Михайлівна Куява, Ярослав Ігорович
Савчук, Лариса Андріївна Сорокіна.

Власюк Тарас, Затока Любов, Ковтанюк Юрій та ін.

Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України: монографія / відповід. ред.: Ю. С. Ковтанюк ; Т. І. Власюк, Л. П. Затока, Ю. С. Ковтанюк, Т. В. Крікова, Л. М. Куява, Я. І. Савчук, Л. А. Сорокіна ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. Київ, 2023. 390 с.

ISBN 978-617-14-0169-3

Монографію присвячено організації системи збереження бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України в сучасних умовах, завданням класичної консервації та перспективам цифрової трансформації цієї системи задля збереження інформації особливо цінних фондів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. Висвітлено основні складові процесу осучаснення системи збереження особливо цінних бібліотечних документів з традиційними і нетрадиційними носіями: технологічні, матеріалознавчі та біологічні аспекти, а також інтеграцію досягнень новітніх технологій у бібліотечну практику.

Монографія адресована широкому колу бібліотечних спеціалістів, фахівців з питань збереження бібліотечних та архівних документів, а також студентам, аспірантам і викладачам.

УДК 025.7/.9(477)НБУВ + 930.253(477)

ISBN 978-617-14-0169-3 (друк.)
ISBN 978-617-14-0170-9 (електрон.)

© Т. І. Власюк, Л. П. Затока,
Ю. С. Ковтанюк та ін., 2023
© Національна бібліотека України
імені В. І. Вернадського, 2023

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

V. I. VERNADSKYI

NATIONAL LIBRARY OF UKRAINE

**BASIC COMPONENTS OF THE MODERN SYSTEM FOR
PRESERVING PARTICULARLY VALUABLE LIBRARY AND
ARCHIVAL FONDS THAT CONSTITUTE THE CULTURAL
HERITAGE OF UKRAINE**

MONOGRAPH

KYIV 2023

DOI: https://doi.org/10.15407/r_nbuv.0005085

UDC 025.7/.9(477)НБҮБ + 930.253(477)

Approved for print by the Scientific Council of
V. I. Vernadskyi National Library of Ukraine
(November 21, 2023, protocol № 8)

Scientific Editor
Yuri S. Kovtaniuk

Reviewers
Romaniiia Cheropkina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Tetiana Tuhai, Doctor of Biological Sciences, Professor

Authors
Taras Vlasiuk, Liubov Zatoka, Yurii Kovtaniuk, Tamila Krikova, Liudmyla Kuiava,
Yaroslav Savchuk, Larysa Sorokina

Taras Vlasiuk, Liubov Zatoka, Yurii Kovtaniuk, et al.

Basic components of the modern system for preserving particularly valuable library and archival fonds that constitute the cultural heritage of Ukraine : monograph / Scientific Ed. Yu. S. Kovtaniuk ; T. Vlasiuk, L. Zatoka, Yu. Kovtaniuk, T. Krikova, L. Kuiava, Ya. Savchuk, L. Sorokina; NAS of Ukraine, V. I. Vernadskyi National Library of Ukraine. Kyiv, 2023. 390 p.

ISBN 978-617-14-0169-3

The monograph is devoted to the organization of the system of preservation of library and archival fonds, which constitute the cultural heritage of Ukraine in modern conditions, the tasks of classical conservation and the prospects of digital transformation of this system for the preservation of information of especially valuable fonds of V. I. Vernadskyi National National Library of Ukraine. The main components of the process of modernization of the system of preservation of especially valuable library documents with traditional and non-traditional media are highlighted: technological, material science and biological aspects, as well as the integration of the achievements of the latest technologies into library practice.

The monograph is addressed to a wide range of library specialists, specialists in the preservation of library and archival documents experience, as well as students, postgraduates, and lecturers.

UDC 025.7/.9(477)НБҮБ + 930.253(477)

ISBN 978-617-14-0169-3 (Print ver.)
ISBN 978-617-14-0170-9 (Electronic ver.)

© Taras Vlasiuk, Liubov Zatoka,
Yurii Kovtaniuk, et al., 2023
© V. I. Vernadskyi National Library
of Ukraine, 2023

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень та скорочень	7
Передмова (Л. Затока, Ю. Ковтанюк).....	9
Розділ 1. Особливо цінні бібліотечні документи НБУВ як матеріальні об'єкти (Л. Затока).....	17
Розділ 2. Пріоритети в організації діяльності з консервації особливо цінних бібліотечних фондів НБУВ (Л. Затока)	49
Розділ 3. Біологічна безпека особливо цінних бібліотечних фондів НБУВ (Л. Куява, Я. Савчук).....	67
3.1. Дослідження грибостійкості різних видів паперу та оцінювання ефективності їх антифунгального оброблення	68
3.2. Дослідження грибостійкості різних видів паперу, що зазнали техногенного навантаження	76
3.3. Грибостійкість матеріалів, що використовуються для виробництва та реставрації цінних бібліотечних документів і оцінювання ефективності їх антифунгального оброблення	86
3.4. Аналіз впливу ефективності біоцидів на різні види документів	90
Розділ 4. Сучасна динамічна модель екологічного моніторингу сховищ для зберігання особливо цінних фондів НБУВ, що становлять культурне надбання України (Т. Крікова)	109
Розділ 5. Класифікація матеріалів документів із фондів НБУВ (Т. Власюк)	125
Розділ 6. Шляхи осучаснення реставрації документів (Л. Сорокіна).....	191
Розділ 7. Цифрова трансформація системи збереження бібліотечних і архівних фондів (Ю. Ковтанюк).....	207
7.1. Оцифрування особливо цінних документів як сучасний шлях надійного збереження інформації цих документів	235
7.2. Благодійна підтримка цифровізації історико-культурної спадщини України.....	243
7.3. Автоматизація і роботизація сканерів	264
7.4. Національна електронна бібліотека України	274
7.5. Міжнародні ініціативи щодо інтегрування інформаційних ресурсів історико-культурної спадщини	278
7.6. Якість оцифрування історико-культурної спадщини	290

6	Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів	
7.7.	2.5D-оцифрування історико-культурної спадщини	292
7.8.	Приклади застосування методів оптичного зондування та візуалізації даних	295
7.9.	3D-оцифрування історико-культурної спадщини	297
7.10.	3D-друкування історико-культурної спадщини	319
7.11.	4D-реконструкція історико-культурної спадщини	327
7.12.	Приклади роботизації бібліотек	330
7.13.	Технології, що ґрунтуються на штучному інтелекті.....	348
7.14.	Приклади застосування ядерно-фізичних методів дослідження історико-культурної спадщини.....	355
7.15.	Особливості популяризації історико-культурної спадщини в соціальних мережах	362
	Післямова (Л. Затока, Ю. Ковтанюк).....	369
	Список використаних джерел і літератури.....	373

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ВВП	відносна вологість повітря
ВНТЗФ	Відділ наукових технологій збереження фондів
ЕССО	Європейська Конфедерація Організацій консерваторів-реставраторів
ІА	Інститут архівознавства
ІЗЗ	індивідуальні засоби для зберігання
ІК	Інститут книгознавства
ІР	Інститут рукопису
КНР	Китайська Народна Республіка
КУО	колонієутворюючі одиниці
ЛЧ	латексні чорнила
МАГАТЕ	Міжнародне агентство з атомної енергії (International Atomic Energy Agency, IAEA)
МОД	матеріальна основа документа
НАН України	Національна академія наук України
НБУВ	Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського
од. зб.	одиниця зберігання
ПАР	поверхнево-активні речовини
ПВХ	полівінілхлорид
ПГМГ	полігексаметиленгуанидин
ПКМ	палітурний композитний матеріал
ПЧ	пігментне чорнило
РФ	Російська Федерація
СЧ	сольвентні чорнила
США	Сполучені Штати Америки
ТТЧ	термотрансферне чорнило
Укрдержархів	Державна архівна служба України
УКФ	Український культурний фонд
УНДІАСД	Український науково-дослідний інститут архівної справи та документознавства

8 Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів

УФ	ультрафіолет
Ф.	фонд
ЦДАЕА	Центральний державний аудіовізуальний та електронний архів
ЦДЕА України	Центральний державний електронний архів України
ЦДКФФА України імені Г. С. Пшеничного	Центральний державний кінофотофоноархів України імені Г. С. Пшеничного
ЮНЕСКО	транслітерування українською англійського акроніму UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури)
2D, 2.5D, 3D, 4D	2-, 2.5-, 3-, 4-dimensional (вимірний)
AMR	Autonomous Mobile Robot (автономний мобільний робот)
ASRS, AS/RS	Automated Storage and Retrieval System (автоматизована система зберігання і пошуку)
CAD	Computer-Aided Design (система автоматизованого проєктування)
CMM	Coordinate Measuring Machine (координатно-вимірювальна машина)
LiDAR	Light Detection and Ranging (виявлення світла та визначення за його допомогою дальності)
MiR	Mobile industrial Robots (мобільний промисловий робот)
SUCHO	Saving Ukrainian Cultural Heritage Online (збереження української культурної спадщини онлайн)
UK	United Kingdom (Сполучене Королівство)

ПЕРЕДМОВА

Бібліотечні та архівні фонди, які включають рукописи, друковані видання та архівні документи, є відображенням хроніки подій, відкриттів, винаходів, а також досвіду та історії розвитку людства. Вони є важливою складовою культурної спадщини та інформаційного ресурсу держав, суспільств, окремих осіб і тому вирішення проблеми їх збереження є актуальним у всіх союзах, країнах, регіонах та установах, у яких вони зберігаються.

У сучасному світі, де інформація є ключовим ресурсом, збереження та доступ до особливо цінних бібліотечних і архівних фондів набуває важливого значення. Особливо цінні бібліотечні та архівні фонди Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського (далі – НБУВ), які є національним надбанням України та, одночасно, складовою світової історико-культурної спадщини, не лише відображають історію і культуру держави, народу, але й є важливим джерелом знань для науковців, дослідників і широкого загалу користувачів. Від збереження цих документів безпосередньо залежить прогрес науки та культури, насамперед, української.

Монографія «Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України» присвячена вивченню та аналізу ключових аспектів цієї важливої теми. Вона розглядає сучасні підходи до збереження і доступу до цих фондів, а також висвітлює виклики, що на сьогодні виникають перед бібліотекарями й архівістами, шляхи подолання проблем, рекомендації щодо використання нових методів наукових досліджень історико-культурної спадщини та можливостей, які надають сучасні технології для виконання системної трансформації системи збереженості бібліотечних і архівних фондів.

Зазвичай вирішення поставлених завдань оптимізується завдяки реалізації різноманітних державних програм збереження бібліотечних і архівних фондів, що покликані об'єднати та скоординувати дії бібліотечних та архівних фахівців у цьому напрямку. За відсутності державних програм забезпечення збереження бібліотечних і архівних документів з різними матеріальними носіями для виконання поставлених цілей фахівцями цих галузей актуалізується залучення як традиційних, так і нових нетрадиційних технологій та методів. Ця монографія спрямована на надання читачам глибокого розуміння важливості збереження та доступу до цінних документальних ресурсів, а також практичних рекомендацій щодо їх ефективного використання. Сподіваємося, що видання буде корисним

для всіх, хто цікавиться цією темою, і сприятиме подальшому забезпеченню збереженості бібліотечних і архівних фондів.

У монографії автори зосереджуються на визначенні матеріалознавчих складових особливо цінних бібліотечних фондів, що ґрунтується на багаторічному досвіді щодо опрацювання та дослідження різноманітними за своїм наповненням фондів НБУВ, оскільки процеси старіння застосованих матеріалів протікають по-різному, що, насамкінець, і впливає на старіння матеріальної основи та фізичний стан самих бібліотечних і архівних документів. У науковому виданні акцент зроблено на організацію системи збереження бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України в сучасних умовах, завдання впровадження різних форм і методів перспективної, превентивної та оперативної консервації задля збереження інформації особливо цінних документів НБУВ. У рамках науково-дослідної роботи «Технологічні та соціально-економічні чинники довговічності особливо цінних бібліотечних фондів, що становлять культурне надбання України», що розроблялася у НБУВ (2021–2023 рр.), завдання унеможливлення чи мінімізації процесів старіння документів, насамперед, стосувалися фондів, що відносяться до національного культурного надбання. Серед них зберігаються найрізноманітніші види бібліотечних та архівних документів – рукописи та стародруки, періодичні видання, колекції з образотворчими матеріалами, мапи, аудіовізуальні документи різного типу тощо. З метою забезпечення фізичного збереження фондів НБУВ впроваджено заходи, що націлені на мінімізацію темпів природного старіння матеріальної основи рідкісних та цінних документів, а також підтримання, удосконалення, оптимізацію режимів зберігання фондів та реалізацію стабілізаційного комплексу, що включає реставрацію, нейтралізацію, дезінфекцію, дезінсекцію, фазову консервацію тощо. Впровадження названих стабілізаційних заходів має прикладне значення для гарантування сталості фактичного фізичного стану матеріальної основи раритетних документів НБУВ і стане корисним, на нашу думку, широкому колу бібліотечних і архівних спеціалістів, зокрема, фахівців з питань збереження бібліотечних та архівних фондів.

Найпоширенішим на сьогодні матеріальним носієм інформації, зосередженим у бібліотеках та архівах, залишається папір. Зважаючи на значну кількість видів паперу, застосованих для виготовлення особливо цінних документів, що є поєднанням різноманітних способів виготовлення цих матеріалів, їх різний композитний склад, умови формування, різні методи фіксації інформації, неоднакові умови зберігання та використання, зберігачі таких фондів мають враховувати відповідні відмінності фактичного фізичного стану цих інформаційних об'єктів. Оскільки папір будь-якого виду – це складна динамічна модель, що поєднує різну довжи-

ну целюлозного ланцюжка, наявність чи відсутність лігніну та альфа-целюлози, певний хімічний склад застосованих проклеювальних речовин та наповнювачів, тобто обумовлює фізико-хімічні властивості цього матеріалу, то вибір технологічного процесу, який оптимізує процес забезпечення довготермінового зберігання особливо цінних документів і гарантує певною мірою їх довговічність, потребує досить регламентованого індивідуального підходу. Комплексні обстеження стану кожного примірника особливо цінних фондів НБУВ, що здійснюються з метою своєчасного виявлення біологічних, фізико-хімічних та механічних пошкоджень для встановлення першочерговості відбору окремих документів на стабілізаційні операції, слід вважати необхідним підґрунтям для реалізації цих операцій. Для кожного конкретного документа підвищення його механічної міцності може досягатися декількома способами: зміцнення просочуванням реалізується введенням речовин в рідкому стані; імпрегнування – просочуванням розчином чи розплавом рослинного полімерного матеріалу; нашарування – з'єднанням з аркушевим реставраційним матеріалом та дублювання – нашаруванням аркушевого реставраційного матеріалу на частину документа без зображення чи тексту; ламінування – нашаруванням натурального плівкового або нетканого реставраційного матеріалу на документ пресуванням під дією температури чи іншим способом, який забезпечує достатнє з'єднання.

У окремому розділі монографії конкретизується, що саме доводить цінність окремих бібліотечних та архівних фондів. Наводяться критерії визначення цінності, включаючи історичну значимість, культурну важливість, рідкісність матеріалів, а також аналізується їх вплив на наукові дослідження окремих документів. У виданні також розглядається, як ці критерії можуть варіюватися у різних контекстах та для різних груп користувачів. Важливою складовою монографії є дослідження та аналіз сучасних систем збереження та доступу до особливо цінних бібліотечних та архівних фондів. Характеризуються різні технології та методи, що використовуються для збереження та оцифровування цих матеріалів, а також виклики, з якими стикаються бібліотеки та архіви в цьому процесі. Авторами досліджуються різні моделі доступу, які дозволяють користувачам використовувати особливо цінні документи залежно від їх фактичного стану у читальному залі, на виставці чи у електронному форматі.

Слід зазначити, що в наш час широко уживаними стали такі поняття, як екологічне матеріалознавство та екологічний моніторинг. Щодо останнього, його можна розглядати як дворівневу систему: зовнішній екологічний моніторинг – моніторинг стану навколишнього природного середовища, що впливає на внутрішній – екологічний моніторинг сховищ та фондів. Немає потреби переконувати про доцільність виконання захо-

дів комплексного екологічного моніторингу приміщень та фондів бібліотеки. Тому необхідно виділити ті фактори, які будуть визначальними для оптимізації умов внутрішнього середовища всіх приміщень бібліотеки. На наш погляд, це насамперед, підтримання нормативних режимів та чистоти сховищ, де зберігаються особливо цінні документи, та читальних залів, зокрема якісний аеродисперсний склад повітря. Збереження документів з паперовими та іншими носіями, зосередженими у бібліотеках, безпосередньо залежить від складу повітря, тобто наявності або відсутності в повітрі певної кількості шкідливих домішок. Авторами видання неодноразово наводилася інформація про те, що для збереження особливо цінних документів як основних носіїв інформації, концентрації сірчистого ангідриду, двоокису азоту, хлору, пилу (сажа) у сховищах повинні відповідати конкретним нормативам, що досягається за допомогою різноманітних методів превентивної консервації. За необхідності здійснюється запровадження оперативної консервації – індивідуальної реставрації з використанням сучасних методик та відповідних нейтральних матеріалів. До прикладу, стабілізаційні заходи рукописних документів з очищення та нейтралізації матеріального носія, закріплення фарби та чорнила, і за необхідності, дезінфекційного оброблення проводяться у процесі реставрації комплексно. Вирішенню завдань і можливостям сучасної наукової реставрації документів НБУВ, що становлять національне культурне надбання, присвячено окремий розділ монографії і ця інформація, сподіваємося, стане надзвичайно корисним досвідом і для інших профільних установ України.

У монографії, що охоплює різнопланові завдання з осучаснення системи збереження особливо цінних бібліотечних фондів, що становлять культурне надбання України, вперше наводиться перелік (класифікатор) матеріалів, із яких виготовлені окремі одиниці зберігання, конкретизуються характеристики цих матеріалів, за якими можна проводити дієвий моніторинг цих документів у сховищах, де вони зберігаються. За цим класифікатором передбачається накопичення необхідної інформації для автоматизованого оброблення зібраних даних та отримання аналітичних висновків щодо збереженості фондів з метою укладання відповідних конкретних рекомендацій з метою реалізації подальших заходів більш детального обстеження, перспективної консервації чи вчасної реставрації. Класифікатор матеріалів та речовин, з яких створені фонди НБУВ, а також необхідних реставраційних та витратних матеріалів має стати основою для оптимізації цієї діяльності. На підґрунті науково-прикладних обстежень фондів НБУВ авторами класифікатора пропонується декілька груп матеріалів, що потребують цих операцій, конкретизуються прояви впливу можливих зовнішніх і внутрішніх ризиків та прогнозований тер-

мін зберігання кожного матеріалу, без впливу на нього стабілізаційних процесів: матеріали документів (одиниць зберігання), матеріали індивідуальних засобів для зберігання цих одиниць і необхідні матеріали для відновлення документів. Впровадження класифікаторів розглядаємо як узагальнення і адаптацію сучасної інформації про матеріальну основу документів для використання її у системі моніторингу фізичного стану фондів НБУВ. Оскільки переважно у штаті бібліотек відсутні фахівці матеріалознавці та відповідне обладнання, тож вважаємо, що ця інформація також може стати корисною для спеціалістів інших профільних установ України.

Поняття документи з «непаперовими» носіями охоплює велику кількість одиниць зберігання різної дати створення та з різними матеріалами і формами. Серед матеріальних носіїв – воскові та глиняні пластини, шкіра, пергамент, папірус, плівки, оптико-електронні диски, а для їх виготовлення використано широкий спектр матеріалів та хімічних речовин – нитки, матерію, фарби, чорнило. Усі ці матеріали та речовини як складові бібліотечних та архівних документів із часом, на жаль, втрачають свої первісні фізичні властивості, що може призвести до погіршення стану та форми самих матеріальних об'єктів. Дослідження документів з непаперовими носіями з фондів НБУВ, створених з використанням різних нетрадиційних для бібліотеки матеріалів, різних форматів та розмірів і нетривіальних способів нанесення інформації включали фіксування фактичного фізичного стану одиниць зберігання та індивідуальних засобів для зберігання (далі – ІЗЗ) цих раритетів, визначення вологості документів контактним способом та проведення візуального огляду на наявність мікологічного й ентомологічного ураження рукописів та ІЗЗ. За результатами науково-прикладних обстежень було зроблено висновок про те, що превентивні заходи для забезпечення довготривалого зберігання фондів з нетрадиційними носіями повинні бути диференційованими стосовно кожного конкретного документа, оскільки процеси природного старіння застосованих матеріалів протікають з різною інтенсивністю. На перспективу, завдання зберігачів фондів, як з паперовими так і з непаперовими носіями, полягає у необхідності створення та підтримання у сховищах стандартних нормативних умов, адже саме за таких умов гарантується довговічність цих матеріалів стосовно хімічного, біологічного та механічного факторів.

У цьому виданні автори намагалися детально висвітлити питання гарантування біологічної безпеки бібліотеки, що є не менш важливою складовою усього комплексу заходів задля збереження матеріальної основи особливо цінних фондів. Для конкретизації окремих аспектів мікологічного моніторингу у системі належного зберігання особливо цінних

документів в окремому розділі відображено результати дослідження грибостійкості різних видів паперу, що зазнали техногенного навантаження та проаналізовано вплив ефективності біоцидів на різні види документів. Стабілізація документів, що становлять культурне надбання, стосовно біологічного фактора може вирішуватися шляхом створення надійних сховищ, що незалежні від надзвичайних ситуацій чи стихійного лиха, насамперед від пошкодження водою. На сьогодні, профілактичні заходи розглядаються авторами як основна концепція протидії мікроміцетам, ентомологічним та іншим біологічним шкідникам.

Стабілізація документів стосовно механічного фактора залишається актуальною незважаючи на зменшення читацького навантаження, адже якісна електронна копія значною мірою створюється завдяки якісному оригіналу. Електронна копія, традиційна книга та «мікрокнига» посідають своє місце в інформаційному просторі сучасної бібліотеки. У роботі викладено інформацію про застосування цифрових технологій для розширення інформаційного поля, осучаснення системи збереження бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України, розглянуто різні етапи апробації та впровадження інновацій у бібліотеці. Інноваційні технології та новітні носії суттєво розширили усталені норми, правила та методи бібліотечної діяльності. Глобальна інформаційна мережа забезпечила можливість загального доступу до величезних електронних ресурсів, створення та вивчення абсолютно нових джерел інформації – електронних баз даних, які можуть містити рекомендації стосовно забезпечення збереження оригіналів цінних документів на різних матеріальних носіях, настанови для діагностики, консервації та реставрації бібліотечних та архівних фондів.

Монографія «Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України» висвітлює цифрову трансформацію в контексті збереження бібліотечних та архівних фондів. Вона розглядає використання цифрових технологій для створення ефективних і безпечних систем збереження. Значна частина дослідження в цьому напрямі присвячена проблемам оцифрування рукописної і документальної історико-культурної спадщини, зберігання цифрових даних, створення електронних інформаційних ресурсів і доступу до документної інформації у цифровій формі в електронному середовищі, новітнім методам дослідження прихованої інформації на мікро- і нано рівнях. Цей матеріал призначений для бібліотекарів, архівістів, дослідників та всіх, хто цікавиться проблемами збереження об'єктів історико-культурної спадщини в цифрову епоху, що сприятиме розумінню та використанню цифрових технологій для збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів. Автори сподіваються,

що ця частина видання допоможе читачам краще зрозуміти цифрову трансформацію в контексті збереження бібліотечних та архівних фондів і стимулюватиме подальші дослідження у цій галузі. В епоху цифрової трансформації усіх напрямів діяльності значних змін зазнало і збереження бібліотечних та архівних фондів. Традиційні фізичні методи збереження рукописів, книг, документів та інших інформаційних матеріалів суттєво доповнюються, а в деяких випадках і замінюються цифровими технологіями. Монографія «Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України» розглядає цифрову трансформацію не лише у контексті оцифрування інформаційних об'єктів, а й переосмислення класифікації, доступу та використання їх матеріалів. У монографії розглянуто багато методів дослідження, що можуть надати загальне уявлення про сучасні напрями досліджень історико-культурної спадщини, що мають перспективу застосування і для досліджень документальної спадщини.

Наукове видання слугує путівником у сучасній системі збереження особливо цінних фондів, надаючи конкретні ідеї та практичні поради для тих, хто працює у цій галузі. Автори монографії сподіваються, що вона сприятиме подальшому розвитку стратегій збереження цифрових ресурсів у наукових бібліотеках і стимулюватиме подальші дослідження в цій сфері діяльності.

Любов Затока, Юрій Ковтанюк

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВО ЦІННІ БІБЛІОТЕЧНІ ДОКУМЕНТИ НБУВ ЯК МАТЕРІАЛЬНІ ОБ'ЄКТИ

Рукописи та друковані документи, що створені в попередні епохи і які нині зберігаються у Бібліотеці, мають велике значення для формування сучасної культури і розвитку історичних знань. Тож вивчення комплексу технологічних аспектів, що сприяють забезпеченню збереження рукописних і друкованих пам'яток не залишаються поза увагою науковців. Серед особливо цінних бібліотечних документів насамперед рукописи, що мають важливе значення для науки та освіти, адже за відсутності друкованого екземпляра це єдине джерело наукової інформації про певний історичний період, подію чи постать. Переважна кількість таких документів створена на *ганчір'яному папері*. Відомо про більш ніж 30 різновидів цього паперу. Усі вони характеризуються хімічними, оптичними, електричними, капілярно-пористими властивостями, що зумовлені насамперед композиційним складом. Інші види паперів, що використані у якості матеріальної основи цінних бібліотечних документів, такі як «рисовий», естампний, папір на форзаци, фотопапір, папір для друку також мають певні діагностичні ознаки, відмінні від ганчір'яного паперу. Щодо нетрадиційних носіїв інформації особливо цінних бібліотечних документів – пергаменту, воскових валиків, тканини (ситець, шовк), пальмового листа, дерева, то як матеріальні об'єкти вони також характеризуються комплексом фізико-хімічних характеристик, що впливають на їх збереженість.

Матеріалознавчі дослідження документів є невід'ємною складовою комплексних науково-прикладних обстежень фондів, що виконуються науковцями відділу наукових технологій збереження фондів НБУВ. Для конкретизації рішень стосовно доцільності чи необхідності стабілізації обстежених документів слід більш детально охарактеризувати ці матеріальні носії. Оскільки більшість досліджених документів представлені на ганчір'яному папері, необхідно охарактеризувати основні складові технології виготовлення матеріалу, які насамкінець і визначають його структурні та фізико-хімічні властивості. Зазвичай у композиції ганчір'яного паперу можуть бути використані такі різні рослинні полімери як шовковиця, льон, бавовна, коноплі, а також вовна відповідно до регіону, де матеріал було виготовлено. Історія розповсюдження ганчір'яного па-

перу, як і застосування різних композиційних складів за волокном для виготовлення цього виду паперу, могла б стати темою окремого історичного дослідження. Наша увага буде зосереджена на матеріалознавчій складовій, оскільки процеси старіння застосованих матеріалів протікають по різному, що впливає на старіння паперу і насамкінець на фізичний стан самого бібліотечного документа. Деякі із названих рослинних волокон за опором проти старіння можна навести у такій послідовності – бавовна, льон, коноплі, сульфитна та натронна целюлоза, целюлози з соломи, деревна маса¹.

Велике різноманіття специфічних властивостей рослинних і деревних полімерів, волокон тваринного походження, що виявляються у композиції різних видів паперу, визначають основні характеристики того чи іншого виду паперу. Вивчення таких діагностичних ознак як морфологічна будова та хімічний склад волокон дозволяє пояснити природу самого процесу старіння паперу. Основними діагностичними ознаками волокон природніх полімерів є форма та розмір волокна; наявність, розмір та форма каналу; різновиди поясків та шорсткість; характер цих волокон у природному вигляді та після механічної дії розмелювального обладнання; наявність, розмір та форма судин, паренхімних та епітеліальних клітин; характер поверхні, наявність, розміри та розташування пор у судинах та паренхімних клітинах. На підґрунті названих ознак паперознавцями була запропонована оригінальна таблиця структурних особливостей різноманітних целюлозних волокон. Висока здатність протистояти природному старінню бавовняного волокна обумовлена його будовою. Мікроскопічне дослідження бавовняних волокон показує їх стрічкоподібну форму, яка закручена навколо своєї осі широкою спіраллю. Стінки клітин бавовняного волокна доволі тонкі, усередині волокна є доволі широкий канал з дрібною шорсткістю, що є наслідком орієнтації різних шарів клітинної стінки волокна. Головною запорукою стійкості проти старіння бавовни є високе співвідношення довжини волокон до їх ширини (1 650). Для льону це співвідношення дорівнює 714, а для конопель 1 000. Головними ознаками лляних волокон, що відрізняють їх від інших, є товсті стінки та дуже вузька порожнина клітини, що має вигляд темної лінії. Обидва кінці волокна гострі і за формою нагадують веретено. Під час розмелювання ці кінці часто розщеплені на окремі фібрили, що нагадують пензлик.

Луб'яні волокна льону майже не містять лігніну, їх вторинні оболонки на 75–90% містять целюлозу. Тож саме цим пояснюється висока

¹ Затока Л. П. Забезпечення довговічності документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського: поєднання різних технологічних підходів. *Рукописна та книжкова спадщина України*. 2022. Вип. 28. С. 437–455. DOI: <https://doi.org/10.15407/rksu.28.437>.

стійкість проти старіння та довговічність матеріалів – паперів зі вмістом лляних волокон в композиції. Що стосується волокон конопель, то вони дещо подібні до волокон льну. Волокна розщеплюються на окремі фібрили ще легше ніж волокна льону, а на поперечному зрізі внутрішній канал розгалужений. Волока коноплі характеризуються значною міцністю, тому теж достатньо стійкі до старіння.

Отже застосовані в композиції матеріали суттєво впливають на фактичний фізичний стан матеріальної основи документів – паперу за однакових умов попереднього існування. Ще на механічні властивості паперу, окрім композиції, впливають також умови формування паперового полотна. Середньовічна паперова справа Європи суттєво відрізнялася від китайської, японської та азіатської іншою організацією праці. Для європейського паперу характерним було більш широке використання механізованого устаткування на відміну від переважно ручного у Китаї чи Азії. Основні складові процесу виготовлення паперу, від його винайдення до теперішнього часу залишалися загалом постійними. Звичайно змінювалося та удосконалювалося апаратне оформлення цього виробничого процесу. Процес виготовлення включає вибір та підготовку волокнистої сировини, її очищення, вимочування або варіння, розмелювання, формування на сітці паперового полотна із розбавленої волокнистої суспензії, зневоднення цієї суспензії, пресування та сушіння сформованого полотна. Зменшення кількості макропор у структурі більш щільного паперу та його розвинена мікропористість обумовлює зниження капілярного всмоктування води. Володіючи більш високощільною структурою, папір проявляє меншу здатність до набухання і деформації під впливом води, що важливо для збереженості документа під час потрапляння його у аварійну ситуацію з тих чи інших причин. Отже зменшення вільного міжволоконного простору в більш ущільнених зразках паперу сприяє утворенню більшої кількості міжволоконних зв'язків, що і обумовлює вищу механічну міцність. Для надання паперу друкарських властивостей (гідрофобності) у паперову масу додаються речовини для проклеювання, а для отримання певної білизни, непрозорості та глянцу вводяться спеціальні речовини – наповнювачі. Раніше у паперову суспензію додавали крейду або сухий крохмаль. Надання гідрофобності можливе також іншим способом – способом поверхневого проклеювання, тобто нанесенням клею на поверхню аркуша. На технічні характеристики ганчір'яного паперу як паперу ручного способу виготовлення надзвичайно впливають умови виготовлення. Зразки паперу кустарного домашнього виготовлення та в умовах спеціальної майстерні із застосуванням відповідного устаткування мають різну капілярно-пористу структуру і відповідно різну стійкість до природного старіння. Отже довговічність визначається як властивість паперу чи іншого

матеріалу бібліотечних документів утримувати міцність, гнучкість, хімічну стабільність – це необхідні умови довготривалого використання. Якщо більш щільний аркуш ганчір'яного паперу характеризується більш високими механічними показниками, то процеси його старіння протікають менш інтенсивно. Тобто документ, написаний чи надрукований на більш щільному папері з меншим показником пухлості краще зберігається і потребує стабілізаційних заходів у менших обсягах або пізніше у часі. Усі види ганчір'яного паперу, на яких представлені раритетні бібліотечні документи – це різноманітні поєднання різних композиційних складів, умов формування, способів нанесення інформації, умов зберігання та використання. Тому діагностика та прогнозування у часі змін їх фізико-хімічних властивостей є непростим технологічним процесом.

Переважна більшість раритетних документів значного історичного періоду, що зберігаються у НБУВ як наукові спеціалізовані фонди, написана та надрукована саме на ганчір'яному папері. Цьому підтвердженням є обстежені в рамках науково-дослідних робіт, що виконувалися у відділі наукових технологій збереження фондів, бібліотечні документи на ганчір'яному папері ручного та напімашинного способу виготовлення. Серед них документи з бібліотечних колекційних зібрань рукописного та книжкового фонду Інституту рукопису (рукописні книги XVIII ст. «Апостол» (Ф. № 30); «Євангеліє Оринінське тетр» (Ф. № 30); колекція арабських рукописів (Ф. 74); зібрання рукописних книг XIII – XX ст. Історико-філологічного інституту князя Безбородька в Ніжині (Ф. № 310); фонд Київської духовної семінарії (Ф. № 305); фонд «Рукописи Києво-Печерської Лаври» Ф. № 306; фонд «Рукописи церковно-археологічного музею при Імператорській Київській Духовній Академії» (Ф. № 301); зібрання рукописних книг Михайлівського Золотоверхого монастиря (фонд № 307); окремі рукописи Ф. 1, № 6533, 1728 р.; Ф. 160, № 1024, 1732–1749 рр.; Ф. 160, № 1055, XVIII – поч. XIX ст.; Ф. I., № 65547–65576, 1631 р.; Ф. 28, № 730–755, 1766 р.; рукописна книжка «Ревізія (ревізська книжка) Полтавського полку 1723 р.» Ф. 1, од. зб. 188) та інші. У відділі бібліотечних зібрань та історичних колекцій Інституту книгознавства (далі – ІК) були досліджені фонди на ганчір'яному папері серед документів колекційного зібрання роду Хрептовичів, родової книгозбірні Яблоновських, Бібліотеки Луцько-Житомирського єзуїтського колегіуму, Бібліотеки Кременецького єзуїтського колегіуму, бібліотеки Києво-Софійського собору, колекції видатного вченого-сходознавця А. Ю. Кримського. У відділі стародруків та рідкісних видань ІК такі документи серед відомих колекцій «Інкунабулів», «Ет'снів», «Плантенів», «Альдинів», «Дідо» та інших. Що стосується обстежених джерел інформації з сектору картографії, то унікальний рукописний документ «Атлас реки Днепра сочиненной

окуратной описи 1784 г. по именному Ея Императорского Величества указу, от вершины ея вниз потечение до впадения в лиман с присоединением онаго и до Чернаго моря» / описи Коковцева Саввы. Б.м. [1784] також створено на ганчір'яному папері.

Для висвітлення технологічних процесів, що впливають на особливості довгострокового зберігання особливо цінних бібліотечних документів на папері, слід окреслити вплив способів нанесення інформації – письма чи друку. Однією з головних проблем забезпечення збереження фондів європейських бібліотек, а також і архівів, є проблема чорнильної корозії. Залізоголові чорнила, що застосовувалися для написання рукописів та книг упродовж декількох століть, містять у своєму складі метали та дубильні речовини, що за хімічної нестабільності можуть здійснювати агресивний руйнівний вплив на целюлозу паперу. За таких умов процеси гідролізу та окислення можуть призвести до втрати текстів та графічних зображень. Слід відзначити, що методи та способи оброблення рукописів з метою унеможливлення подальшого погіршення їх фізичного стану через руйнівний вплив залізоголового чорнила мають враховувати вид матеріальної основи – пергамент чи папір. Для вибору найбільш оптимального способу оброблення слід керуватися методичними та професійними рекомендаціями, що розроблені Європейською Конфедерацією Організацій консерваторів-реставраторів (ЕССО)². У публікації детально розглядаються методи оброблення рукописів та книг без розбирання оправи (*in situ*), стверджується, що процесу нейтралізації чорнила має передувати розробка детального плану реставраційних заходів, який включає здійснення обов'язкової фотографічної фіксації документа, а також вивчення особливостей застосованих матеріалів та інших технологічних аспектів їх виготовлення. Автор статті акцентує, що процес нейтралізації чорнила є складним, адже включає декілька технологічних операцій: підготовку розчину фітату, розчинення карбонату кальцію після зменшення значення рН води з застосуванням двоокису вуглецю, визначення рН розчину, виявлення наявності іонів двовалентного та тривалентного заліза для встановлення необхідності подальшого оброблення, захист блоку книги для оброблення водним розчином, унеможливлення попадання реагентів на іншу частину книги, ілюстрації, декоративні елементи, нанесення розчину фітату м'яким пензликом на необхідну частину тексту, видалення надлишку розчину, нанесення розчину карбонату кальцію для підвищення значення рН, видалення надлишку цього розчину, нанесення желатиново-

² Энгель П. *Бумага принципы нейтрализации средневековых чернил*. Лики памяти. Новейшие технологии сохранения и восстановления рукописного и печатного наследия : сборник статей. Ереван: Изд-во «Наири», 2012. С. 11–23.

го розчину, висушування та перевірка ефективності оброблення. Особливості стабілізації окремих рукописних документів полягають у необхідності одночасного зміцнення механічно нетривкого ганчір'яного паперу та збереження рукописних автографів чи написів в оригінальному первозданному вигляді.

Що стосується впливу на фізичний стан цінного документа такого способу нанесення інформації, як друк, то тут має враховуватися насамперед величина деформації паперу під час цієї технологічної операції. Окрім деформації паперу на особливості процесу друкування, що суттєво відображається на стані бібліотечного документа, впливають здатність паперу сприймати друкарську фарбу різного складу та інші параметри книгодрукування. Дослідниками впливу способу друкування на збереження документів встановлено, що найменшої деформації папір зазнає під час офсетного друку, а найбільшої – під час високого друку. Глибокий друк характеризується незначною деформацією паперу, однак значним проникненням фарби у структуру паперу, що послаблює міжволоконні зв'язки і зрештою впливає на його характеристики міцності.

Серед низки паперових носіїв особливо цінних документів НБУВ, що можна віднести до специфічних – так званий «*рисовий папір*». У фондах відділу стародруків та рідкісних видань ІК обстежено примірник «*Schipeitaro. Told to children by Mrs. T.H. James*» (R 557, Інв. № 582), що був виданий у м. Токіо (Японія), найвірогідніше середини ХІХ ст. Насправді, виготовляється цей папір з рисової соломи, яка у південно-східній Азії після збирання врожаю збирається у значній кількості. Сама рослина рису типовий представник гідрофітів, у Азії виду *Oryza sativa* L. На поперечному зрізі рисової соломи провідні пучки розміщені в два кола, один на периферії волокна і один в основній паренхімі. Щодо стійкості проти старіння рисового напівфабриката, то він не характеризується високим показником, оскільки співвідношення довжини волокон до їх ширини становить усього 86 одиниць, що порівняно з бавовною (1650) значно нижче. До складу «рисового» паперу входять також кора тутового і синього сандалового дерева, а також серцевина паперового дерева *Tetrapanax papyrifer*, яке росте в південних провінціях Китаю. За технічними характеристиками «рисовий папір» може бути одношаровим, двошаровим та з різними водяними знаками, тонкий, з невисокою щільністю та шорсткою поверхнею аркуша. Саме зазначений примірник виготовлено з одно- та двошарового паперу, з шорсткою поверхнею аркушів, сірогобурого відтінку. Ознаки старіння паперу наявні, однак інтенсивних механічних пошкоджень не виявлено і структурні властивості значно не погіршилися.

До специфічних видів паперу можна віднести *нотний папір*. Не такий широко розповсюджений як ганчір'яний, все-таки нотний папір виділяється певною специфікою. Папір для нотних записів або видань за видовою класифікацією належить до паперу для письма. Цей вид паперу зазвичай з високим ступенем проклеювання, оскільки на нього наноситься велика кількість чорнила або фарби у вигляді нотних голівок, перемичок та інших знаків нотної грамоти. Якщо зважати, що чорнило або фарба є кислотою речовиною, (кислотність в од. рН розчину становить близько 5), то це створює проблему під час зберігання музичних фондів. Адже під час різкої зміни кліматичних умов процес старіння чорнила проходить швидше, ніж старіння паперу. Оскільки закисне залізо, яке під дією природного коливання показника вологості в папері здатне переходити в окисне, то це призводить до погіршення показника кислотності паперу саме в місці написання нот. Підтвердженням цього процесу можна вважати відривання фрагментів волокон з поверхні паперу нотних документів. Технологією виготовлення нотного паперу передбачається високий рівень гладкості поверхні та механічної міцності, значна непрозорість й високий показник гнучкості аркуша. Надання паперу цих властивостей відбувається за рахунок і композиційного складу, і технології його виготовлення.

Технічні параметри сучасного нотного паперу та нотного паперу ручного способу виготовлення не надто відрізняються. Папір для нот ручного способу виготовлення другої половини XVIII ст. з документів нотної колекції Розумовських із відділу музичних фондів ІК НБУВ має масу одного м² від 110–130 г, а більш сучасний папір 90-х рр. у XX ст. – від 100 до 120 г. Це є підтвердженням того, що створення інформації за допомогою нотної грамоти потребує винятково стабільних властивостей самого матеріалу. Можна припустити, що ця постійність зумовлена його призначенням. Найістотнішою особливістю нотного паперу, що вирізняє його з поміж інших, є необхідність забезпечення гнучкості та безшумності аркуша паперу під час його перегортання музикантом або читачем бібліотеки. Забезпечення безшумності під час перегортання та непрозорості тексту на аркушах досягаються за рахунок композиційного складу нотного паперу, що включає використання вибіленої сульфітної целюлози хвойних та листяних порід деревини з додаванням, в першу чергу напівфабрикатів із відходів волокон бавовни. Експериментальними дослідженнями доведено, що якщо для друкарських видів паперу можливість книговидання визначається межею показника кислотності в одиницях рН на рівні 4,0, то для нотного паперу цей показник має бути не менше 5,0. Щодо переваг нотних документів, які зазвичай не є характерними для інших документів, це розміри полів тексту, що становлять зверху сторінки 2,5–3,5 см, знизу – від 4,0 до 5,5 см. Такі розміри полів зменшують шкід-

ливий вплив світла під час зберігання цих документів на книжкових полицях.

Характеризуючи технічні параметри матеріальних носіїв особливо цінних документів слід доповнити інформацію про такий вид паперу як *форзацний папір*, який не використовується безпосередньо для написання тексту рукописів чи друкування книг, однак від якого надзвичай залежить їх довговічність. Оскільки форзац виконує подвійну функцію – з'єднує книжковий блок з палітурними кришками і захищає перші та останні сторінки документів від забруднення та пошкодження, то форзацний папір, окрім підвищеної щільності, повинен характеризуватися відповідною міцністю на злам (число подвійних перегинів), слабо деформуватися під час намокання та бути добре проклеєним.

Для відновлення конструкції оправ рекомендується використовувати форзацний папір середньої зольності із підвищеним опором зламу та обмеженою здатністю до скручування після однобічного зволоження. Маса одного м² може бути від 100 до 180 г. Підвищені вимоги щодо міцності паперу визначаються за показником опору зламові; число подвійних перегинів повинно бути не менше 15–20. Сучасний форзацний папір має характеризуватися також високими оптичними показниками: білість паперу з оптичним вибілювачем має становити 82–85%, а без оптичного вибілювача – 78%.

Серед обстежених особливо цінних документів XVII–XVIII ст. НБУВ доволі часто зустрічалися документи, які виготовлені як оригінальні зразки інтролігаторського мистецтва, де у якості складових конструкцій оправ застосовувалися й непаперові матеріали: наприклад – розшитий шовк на покриття оправи документа з колекції Хрептовичів. Серед документів з паперовими різнобарвними форзацами – це і тематичні малюнки, і форзаці з нанесеними поліграфічними фарбами малюнками під мармур. Тож під час реставрації для відтворення повної ідентичності документа його первозданному вигляду виникає необхідність отримання подібного «*мармурового паперу*». Цей папір використовується не лише для форзаців, а й для покриття оправ. Процес виготовлення цього паперу у відділі реставрації НБУВ за відповідною методикою, окрім безпосередньо нанесення розчину суміші фарб, включає вибір такого виду паперу, який би повністю відповідав вимогам, висунутим до форзацного паперу. Технічні параметри паперу основи для виготовлення «мармурового» паперу на форзаці повинен мати такі ж фізико-механічні показники, як і форзацний папір машинного виробництва. Характерною особливістю процесу виготовлення «мармурового паперу» є використання настояного розчину насіння льону, розчиненої у бензині фарби з додаванням бичачої жовчі. Така композиція розчину для виготовлення «мармурового» паперу

дозволяє створити та зафіксувати найрізноманітніші візерунки та кольорові композиції. Використання зазначеного паперу під час реставрації документа з незадовільним фізичним станом є ще одним позитивним аспектом відтворення ідентичності примірника, що відновлюється³.

Серед раритетів із наукових спеціалізованих фондів НБУВ чимало документів на *пергаменті* – класичному матеріалі для письма давніх часів, а багато томів друкованих видань мають шкіряну оправу. Це матеріали з унікальними властивостями за міцністю та стійкістю до старіння. Незважаючи на те, що техніко-технологічні параметри пергаменту та шкіри дещо подібні, кожен з цих матеріалів характеризується певними показниками. Сировиною для пергаменту слугувала шкіра новонароджених чи навіть ненароджених ягнят. На півдні Європи пергамент виготовлявся із шкіри кіз та вівців, на півночі – зі шкіри телят. Порівняно зі шкірою пергамент більш тонкий, еластичний та пружний. Загалом для характеристики шкіри використовується три групи показників якості: естетичні, ергономічні та показники надійності, тобто довговічності. Серед естетичних показників – це структура поверхні, колір, еластичність. До ергономічних показників відносяться такі показники якості цього матеріалу як гігроскопічність, вологоємність, повітропроникність та декілька інших. Важливими параметрами шкіри, що використана для бібліотечних документів, є показники надійності та довговічності. До них відносяться масові частки вологи, оксиду хрому, попелу. Такі показники, як кислотність та механічна міцність, безперечно найбільше обумовлюють цілісність документа під час зберігання та використання. Оскільки фізико-хімічна будова пергаменту подібна до структури шкіри, то як матеріал його також можна охарактеризувати вказаними показниками. Досліджуючи історичний аспект використання пергаменту та шкіри у книгодрукуванні, слід відзначити, що інтролігатори активно використовували ці матеріали для оправки книг, починаючи вже з початку XVI ст. Серед більш давніх документів, де пергамент використано в якості матеріальної основи, це обстежені науковцями Відділу наукових технологій збереження фондів (далі – ВНТЗФ) раритети із фондів Інститут рукопису (далі – ІР) НБУВ (Ф. 301, № 17 Пс: Євангеліє від Матфея. Документ на тонкому пергаменті (VI ст.) з 2-х аркушів розміром 20 × 14 см; Ф. 301, № 26 П (рис. 1.1). Уривок (XIV ст.) розміром 25 × 19 см, що зберігається у футлярі розміщеному у шкіряну папку з металевими застібками; Ф. 301, № 19 П (рис. 1.2). Апостол (X ст.),

³ Превентивні методи збереження документів наукових бібліотек у несприятливих екологічних умовах : монографія. Відповід. ред.: Л. В. Муха; Л. П. Затока, Л. М. Куява, Т. В. Крікова, К. В. Лобузін, Л. В. Муха, А. А. Остапенко, Я. І. Савчук ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. Київ, 2020. 124 с.



Рис. 1.1. Євангеліє від Матфея. Пергамент (VI ст.) на 2 арк.
розміром 20 × 14 см. Ф. 301, № 26 П.

уристки на 3-х арк. розміром 38 × 18 см; Ф. 301, № 25 П (рис. 1.3). Аркуші ослаблені внаслідок дії негативних факторів (механічні пошкодження, сліди замокань та дії вогню), стан документа нестабільний. Сліпченський апостол на 2 аркушах. Зберігається у конверті, який розміщений у папці. Аркуші в стабільному стані. Враховуючи значний історичний період існування обстежених документів та стан матеріалів, процеси природного старіння яких протікають з різною інтенсивністю, превентивні заходи для забезпечення їх подальшого зберігання повинні носити диференційований характер.

На сьогодні бібліотечні фонди НБУВ нараховують тисячі одиниць зберігання у *шкіряних оправах*. Збереженість цих документів безпосередньо залежить від умов зберігання. Мікроорганізми та шкідливі домішки з повітря прискорюють процес природного старіння шкіри. Слід окреслити два види старіння шкіри – фізичне, пов'язане з руйнуванням зовнішнього шару, і хімічне – пов'язане з руйнуванням структури шкіри. Основні причини природного старіння обумовлюються хімічною будовою і структурою матеріалу, що значною мірою залежить від способу виготовлення.



Рис. 1.2. Євангеліє від Матфея.
Уривок (XIV ст.) розміром 25 ×
19 см, у футлярі розміщеному у
шкіряну папку з металевими
застібками. Ф. 301, № 19 П.



Рис. 1.3. Євангеліє від Матфея.
Апостол (X ст.). Уривки на 3-х арк.
розміром 38 × 18 см.
Ф. 301, № 25 П.

Пергамент та шкіра, як матеріали, за певних умов можуть зберігатися тривалий час. Однак навіть ці умовно «вічні» матеріали можуть піддаватися хімічним змінам, що призводять до часткового їх пошкодження. Це проявляється в зміні кольору пергаменту та шкіри, в ламкості й крихкості, а також у появі на поверхні цих матеріалів плям і висолів. Спостерігається зменшення міцності, ваги, площі, вмісту вологи з одночасним зростанням кислотності матеріалу. Пошкодження пергаменту та шкіри можуть бути викликані також окисними процесами, результатом яких є підвищення кислотності, утворення продуктів окислення, що руйнують волокнисту структуру. Порушення, що пов'язані зі зменшенням кислотності – найбільш впливові для руйнування шкіри та пергаменту. Якщо документ знаходиться у стані, що потребує відновлення в тих чи інших обсягах, то для відновлення мають підбиратися матеріали з відповідними властивостями. Так за рекомендаціями міжнародних стандартів з консервації бібліотечних документів шкіра, що використовується для відновлення оправи, повинна мати показник кислотності в одиницях рН – в межах 4,5–6,0. Стосовно вологості цих матеріалів встановлено, що якщо стабільний фі-

зичний стан паперу забезпечується наявністю вологи у ньому на рівні 8,0–10%, то для пергаменту та шкіри цей показник має бути на рівні 12%⁴.

Результати науково-прикладних обстежень раритетних документів, виконаних як у нашій Бібліотеці, так і в інших бібліотечних установах, свідчать, що шкіряні та пергаментні оправы рукописів та книг зазнають більшого впливу навколишнього середовища, ніж книжкові блоки. Певно, що це залежить від якості повітря сховищ, де документи зберігаються. Якщо на документи потрапляє пил, що є джерелом існування мікроорганізмів, то це значно погіршує стан оправы і документа в цілому. Безпосередньо на пергамент та шкіру негативно впливають також різкі коливання вологості повітря. У переважній більшості випадків за підвищеної вологості повітря у сховищі вміст вологи в оправі вище, ніж у книжковому блоці. Висока гігроскопічність пергаменту значно знижує його стабільність. Під час зміни відносної вологості повітря від 40 до 80% вміст вологи у пергаменті може коливатися від 10 до 40%. За умови надмірного зниження вологості повітря пергамент та шкіра пересихають, погіршуються їх фізико-механічні показники, що призводить до незворотних змін у структурі цих матеріалів. Щоб встановити причини, зрозуміти наслідки процесів, які відбуваються у манускриптах, передбачити та призупинити руйнування, необхідно знати техніку виготовлення й обробки писемного матеріалу, а також забезпечити фізико-хімічну стабільність до дії різноманітних чинників, що здатні погіршити їх збереженість. Консервація документів у шкіряних оправках може включати декілька незалежних напрямків, що реалізуються одночасно чи незалежно один від одного. Мається на увазі одноразове зміцнення блоку та повторювані з завданою регулярністю оброблення шкіряних оправ спеціально підібраними речовинами. Залежно від виду шкіри книги розподіляють на окремі групи, наприклад видання з палітурками зі шкір рослинного дублення (апретировані, лаковані) чи зі світлих шкір (пергамент тощо). Якщо оправы характеризуються відносно задовільним станом, часто це лаковані, то вони легко піддаються очищенню від пилу або інших забруднень сухим тампоном з м'якої бавовняної тканини. Для більш ретельного очищення шкіряних оправ застосовуються також органічні розчинники, зокрема етиловий і ізопропіловий спирт у певній концентрації. Для очищення забруднених оправ рекомен-

⁴ Омельченко М. М., Затока Л. П. До проблем старіння бібліотечних документів у шкіряній оправі. *Палітра друку*. Львів, 2002. № 2. С. 75–76. Куява Л. М. До проблеми зберігання бібліотечних книжок у шкіряних оправках. *Бібліотека. Наука. Комунікація: 100-річчя Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського* : матер. Міжнар. наук. конф. (Київ, 6–8 лист. 2018 р.). НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. центрів – членів МААН. Київ, 2018. С. 760–766.

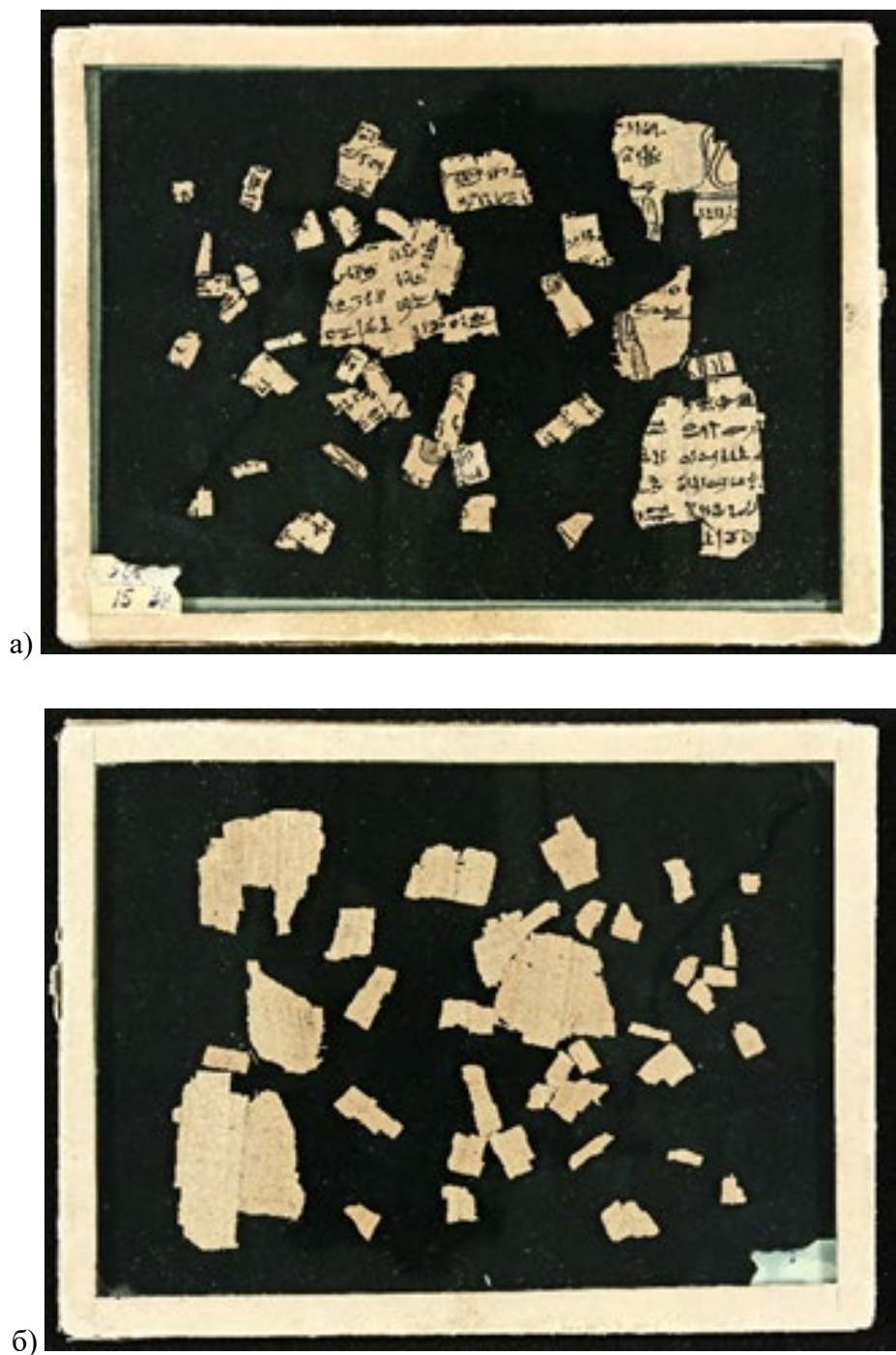
дується використовувати неіонногенні поверхнево-активні речовини, що знижують поверхневий натяг матеріалу, наприклад речовину на основі ланоліну, а також поверхнево-активні речовини катіонного типу. Оправи стародруків зазвичай виготовлені із шкір рослинного дублення, тому оброблення їх поверхонь жирowymi мастилами необхідно проводити для попередження обсіпання лицьового шару шкіри і втрати нею еластичності. Це може здійснюватися як під час дезінфікування документа, так і безпосередньо для стабілізації покриття оправи з метою надання шкірі лоску. У попередні часи шкіряні оправи змащували рослинними маслами, тваринним і риб'ячими жирами. Основними компонентами майже всіх мастил, що рекомендуються для стабілізації та пом'якшення шкіри є ланолін і копитне масло. Ці пом'якшувальні склади для широкого застосування були розроблені ще у позаминулому столітті, однак не втратили актуальності дотепер.

Розглядаючи матеріалознавчі аспекти збереження особливо цінних документів з непаперовими носіями, слід окреслити технологічні особливості такого досить рідкісного для сучасних бібліотек матеріалу як *папірус*. Через недовговічність цього матеріального носія часто виготовлялась тотожна копія на іншому носії. Так серед фондів ІР НБУВ зберігається копія на папері сувою з єгипетськими ієрогліфами на папірусі; Ф. VIII, № 565 А (рис. 1.4). Безпосередньо на папірусі в ІР НБУВ представлені: фрагменти єгипетських ієрогліфів на папірусі у склі, Ф. VIII, № 565 (рис. 1.5); Ф. 301, № 553 П (III–IV ст.); один із фрагментів Євангеліє від Луки..., Ф. 301, № 809 Л «Сочинение на сингалезском яз.»; папірус з іменами осіб, написаних на лівій половині аркуша, три у склі, один у картоні, Ф. 72, № 44 (рис. 1.6); шматки демотичних папірусів, наклеєних на пальму гілку, Ф. 301, № 808 Л (рис. 1.7). Зазначені документи були обстежені науковцями для фіксування їх фактичного фізичного стану в теперішніх умовах та з урахуванням неордарності такого матеріалу як папірус. Назва цього безперебільшення незвичайного матеріалу походить від давньоєгипетського слова «ра-р-уго», що значить «царський». Сировиною для папірусу слугувала рослина із сімейства осокових з міцними стеблом та кореневищем. Відомо, що перші в історії книги на папірусі мали форму сувою через ламкість матеріалу. Розміри папірусних книг різноманітні. Середня ширина близько 30 см, а довжина могла досягати і 40 м. Такий довгий манускрипт як правило намотувався на дерев'яний або кістяний стержень. Єгипет зберігав монополію папірусного виробництва декілька тисяч років, найдавнішому сувою налічується понад п'ять з половиною тисяч років. Самий довгий збережений до сьогодні сувій це Літописний звід Рамсеса II (Британський музей в Лондоні), його довжина 46 м, ширина 35,24 см.

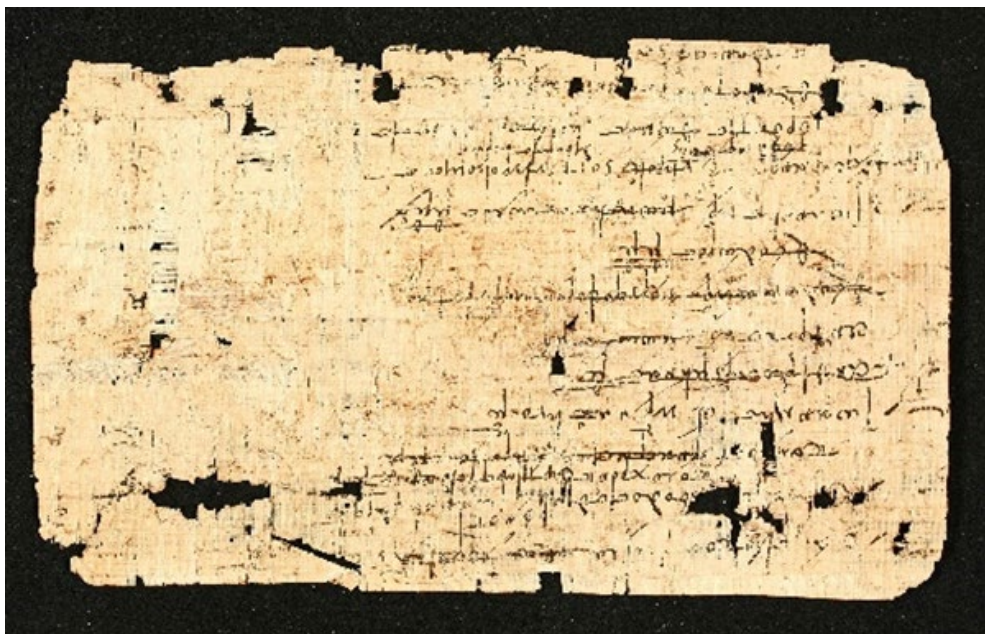


Рис. 1.4. Копія єгипетських ієрогліфів на папері. Єгипет (розмір – 19,3 × 34,8 см). Ф. VIII, № 565 А: а) папка; б) документ.

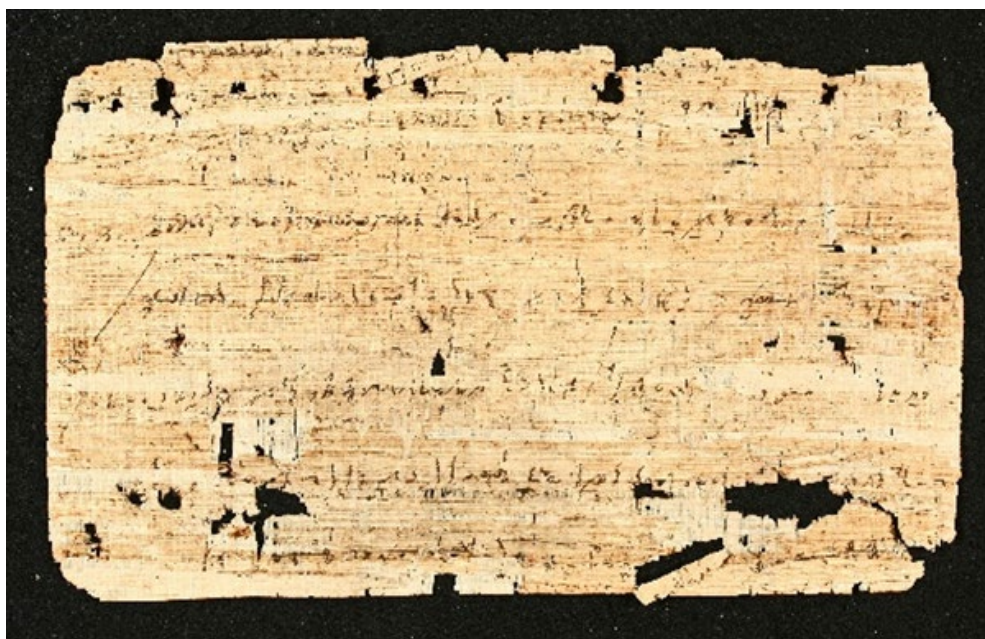
Для збереження сувої використовували спеціальні шкатулки, з назвою тексту, іноді іменем власника сувою. Оскільки, папірус – це матеріал пористий з високим порогом всотування, то письмо на ньому розташовується зазвичай з однієї сторони. Чорнила для письма на папірусі виготовлялися із сажі, змішаної з рослинним клеєм або з червоної глиною. Для виділення заголовків використовувалися червоні чорнила з сурику свинцевого або з червоної вохри з тими ж клеями. Інструментом письма була тонка очеретяна паличка, на кінці заточена і розтовчена, внаслідок чого виникав м'який пензлик, яким зручно було писати на волокнистій поверхні папірусу.



*Рис. 1.5. Фрагменти єгипетських ієрогліфів на папірусі у склі.
Ф. VIII, № 565: а) ієрогліфи; б) зворот.*



а)



б)

Рис. 1.6. Папірус з іменами осіб, написаних на лівій половині аркуша
(Рукопис на папірусі VIII–IX ст. Ф. 72, № 44: а) фрагмент у склі
(розмір – 7,5 × 12 см, менші фрагменти 2 × 7 см);
б) фрагмент у картоні (розмір – 15 × 24 см).



*Рис. 1.7. Шматки
демотичних папірусів,
наклеєних на пальмову гілку.
Рукопис на пальмовому
листі (розмір – 25 × 2,0 см,
9 шт.). Ф. 301, № 808 Л.*

Однак починаючи з III ст. до н. е. для письма, у тому числі на папірусі, починає застосовуватися грецький калам – очеретяна паличка, гостро заточена з розщепленням на кінці. Окрім того для виконання ілюстративних зображень, окрім чорних чорнил використовувалися червона та жовта вохра, а також білила, тобто ілюстрації були поліхромними. Однак з часом зовнішній вигляд книг на папірусі змінювався, з'явилися сфальцьовані аркуші, що були з'єднані в брошури, а пізніше їх витіснили фоліанти на пергаменті⁵. В якості матеріалу для сувенірів папірус використовується в Єгипті й донині. Слід відмітити, що рослина, з якої виготовляли папірус за особливою технологією, за своєю біологічною будовою є близькою до звичайної тростини. Технологія виготовлення матеріалу включає декілька операцій. Листи, витягнуті з-під преса, відбивалися спеціальними молотками, а потім добре відполірувалося камінням для полірування, дерев'яними або кістяними плашками. Підготовлений у такий спосіб матеріал сушився під сонячними променями. Поверхня смуг листів, щоб чорнило не розтікалося, попередньо оброблялося спеціально виготовленим складом – сумішшю оцту, борошна та окропу. Щодо структури папірусу, то це товстий матеріал, подібний до паперу, адже до його складу входить 57% целюлози, а також 27% лігніну, 9% мінеральних речовин та 7% води, а його невисока механічна міцність та крихкість обумовлюється такою значною кількістю лігніну та мінералів. Ці властивості папірусу потребують особливих умов і зберігання, і використання. Механічне навантаження на такі документи під час використання читачами має бути якнаймен-

⁵ Гороховский Е. Крестный отец, или первопредок. *Бумага и жизнь*. Киев, 2003. № 2. С. 55–56.

шим, зберігання – бажано в спеціальних індивідуальних засобах, а режим зберігання без відхилень від нормативних умов.

В рамках комплексних матеріалознавчих досліджень були обстежені також особливо цінні документи на таких нетрадиційних носіях, які за своєю хімічною будовою та технологією виготовлення абсолютно відрізняються від інших матеріалів – паперу чи пергамену. Так було досліджено внутрішню та зовнішню поверхні такого унікального документа НБУВ як *фонографічний циліндр* із фондів відділу юдаїки ІР. Композиція цього нетрадиційного носія інформації – різні види воску з додаванням бджолиного воску, парафіну, ладанової (ароматизатор), касторової, оливкової олій та інших добавок, на разі й мінеральних. На сьогодні ці оригінальні за хімічною природою раритети зберігаються в умовах бібліотечного сховища і зараження мікроскопічними грибами не було виявлено. Загалом відібрані зразки не містили життєздатних культур мікроорганізмів, а механічні дефекти (подряпини, тріщинки) обумовлені попередніми до НБУВ умовами побутування та репродукцією звуку, а також складними фізико-хімічними процесами, що є типовими для аморфно-ліпідних систем, до яких відносяться воскові композити.

Комплексні обстеження особливо цінних документів з нетрадиційними носіями, створених з використанням різних матеріалів, різних форматів та розмірів, нетривіальних способів нанесення інформації включали обстеження *глиняних табличок* з клинописним письмом, що зберігаються в ІР НБУВ. Зазвичай глиняні таблички – це археологічні знахідки, записи (тексти, малюнки, схеми, карти). Зокрема, це документи з Ф. 301, № 431 Л [поч. III тис. до н. е.]. Місце створення – Месопотамія. Дві перші таблички атрибутовані та описані у каталозі А. Лебедева: перша – «Счёт, вероятно, зерна конца династии Ура, $31^{1/2} \times 3$ с.». Розміри таблички $7,5 \times 7,0 \times 1,5$ см (рис. 1.8); друга табличка – «Приходо-расходный счёт храма на месяц Фаммуз, 7 [верхний угол] $\times 8$ с.». Розміри $8,25 \times 4,05 \times 1,04$ см (рис. 1.9). Таблички виготовлені з використанням світло-коричневої глини. Три наступні таблички не атрибутовані: перша – табличка з клинописним письмом та малюнком, більш опукла з одного боку. Розміри $8,25 \times 4,05/4,05$ см, товщиною $1,9/2,1$ см (рис. 1.10); друга – табличка (темна глина) з клинописним письмом та малюнком, більш опукла з одного боку. Розміри $8,9 \times 4,8/4,75$ см, товщиною $2,05/2,05$ см (рис. 1.11); третя – табличка з клинописним письмом та малюнком, більш опукла з одного боку. Розміри $11,1 \times 5/4,9$ см, товщиною $2,6/2,4$ см (рис. 1.12). Усі глиняні таблички зберігаються в коробках, усередині коробок шовкова тканина, зверху ледерин (рис. 1.13). Зазначені коробки зберігаються у спеціальних папках на зав'язках з макулатурного картону. Кислотність матеріалу папки в одиницях рН – 6.0. Таблички у зазначених ІЗЗ зберігаються у сейфі.



Рис. 1.8. Двобічна табличка (світло-коричнева глина) з клинописним письмом. Поч. III тис. до н. е. Месопотамія. Ф. 301, № 431 Л «Счёт, вероятно, зерна конца династии Ура, $31^{1/2} \times 3$ с.». Розміри таблички $7,5 \times 7,0 \times 1,5$ см.



Рис. 1.9. Двобічна табличка з клинописним письмом. Поч. III тис. до н. е. Месопотамія. Ф. 301, № 431 Л «Приходо-расходный счёт храма на месяц Фаммуз, 7 [верхний угол] $\times 8$ с.». Розміри таблички $8,25 \times 4,05 \times 1,04$ см.

З літературних джерел відомо, що крім Близького Сходу, глиняні таблички використовувалися разом із клинописом у дипломатичному листуванні з державами інших регіонів, наприклад, з Єгиптом. Причиною використання глиняних табличок були як особливості походження писемності, і так і те, що глина була одним з небагатьох широкодоступних і дешевих матеріалів. Підтвердженням цьому є знахідки археологічних розкопок 70-тих рр. XX ст. у стародавньому місті Ебла в північно-західній Сирії. Під час цих розкопок було знайдено близько 20 тис. клинописних табличок, що датуються серединою III тис. до н. е., що свідчить про широке географічне розповсюдження та значне практичне використання гли-



Рис. 1.10. Двобічна табличка (темна глина) з клинописним письмом та малюнками, більш опукла з різних боків (розмір – $8,25 \times 4,05/4,05$ см, товщиною $1,9/2,1$ см).

няних табличок у ті часи. Написи наносилися на сирий матеріал та висувалися у жаркому кліматі або випалювали в печах. Зазвичай таблички були прямокутної форми, причому одна сторона, як правило, була дещо увігнута, а інша рівна або трохи опукла, що підтверджується зафіксованою формою обстежених раритетів, що зберігаються у НБУВ.

Дослідження фізичного стану раритетів, як складової частини культурного надбання України, надання рекомендацій для їхнього подальшого зберігання, реставрації, оцифрування були і залишаються сьогодні важливими для документів з різними носіями, на разі й нетрадиційними. Ці рекомендації ґрунтуються на детальному аналізі інформації про хімічну природу того чи іншого матеріалу. Так от глина – пластична осадова гірська порода, що складається в основному з глинястих мінералів (каолінит, гідрослюда тощо).



Рис. 1.11. Двобічна табличка з клинописним письмом та малюнками, більш опукла з різних боків (розмір – $8,9 \times 4,8/4,75$ см, товщина – $2,05/2,05$ см).

Глини становлять близько 50% всіх осадових порід земної кори. Каолініт від китайського «кау-лінг – висока гора» – мінерал класу силікатів, основний з них силікат алюмінію. Гідрослюди – це також силікати. Глини здатні з водою утворювати пластичну тістоподібну масу, яка під час висихання зберігає надану форму, а після випалювання набирає твердість каменю, тобто високу міцність. За характером технологічних вимог у промисловості серед глин виділяють чотири найважливіші групи: легкопні, вогнетривкі важкопні, каоліни, адсорбційні (високодисперсні монтморилонітові), а за кольором вона може бути білою, сірою, червоною, жовтою, блакитною або чорною. Основні фізико-хімічні властивості глини визначаються характеристиками міцності, тривкості, крихкості (густина), щільності й опіру зсуву, пластичності, структурної в'язкості.



Рис. 1.12. Двобічна табличка з клинописним письмом та малюнками, більш опукла з різних боків (розмір – 11,1 × 5/4,9 см, товщиною 2,6/2,4 см).

Не менш важливими є показники, які визначають гідростійкість глини (пористість, водопроникність, розмокання, набухання, природня вологість тощо). Викладене свідчить про те, що зазначений матеріал є найбільш довговічним порівнями з іншими бібліотечними нетрадиційними матеріальними носіями. Однак слід зазначити, що навіть за умови достатньої тривкості та міцності такого матеріалу як глина, є фактори, які можуть погіршити фізичний стан документа. Для забезпечення збереженості цих раритетів слід унеможливити їх біологічне ураження, що досягається підтриманням нормативних умов зберігання.

Серед особливо цінних фондів НБУВ є документи, у якості матеріальної основи яких використано різні складники рослинних полімерів, що характеризуються відмінною від паперу мікроструктурою, абсорбційними та міцнісними властивостями. Серед інших документів з нетрадиційними носіями у ІР НБУВ зберігається документ, для якого як матеріальна основа використано луб (Ф. VIII, № 551 Батакський рукопис з о. Суматра, Індонезія, перша пол. XVIII ст.). Документ зберігається у дерев'яній оправі (луб у дереві). Документ на 60 аркушах, інформація нанесена фарбою. Флоема (луб) – це внутрішня частина кори листяних дерев, що є провідною



Рис. 1.13. Коробки для зберігання глиняних табличок.

тканиною судинних рослин і саме нею здійснюється транспортування продуктів фотосинтезу до різних частин рослини, де вони використовуються або накопичуються. Луб дерева за походженням поділяється на первинний, що диференціюється з прокамбією, та вторинний, що диференціюється з камбією.

Головна відмінність первинної флоєми від вторинної полягає у повній відсутності у перших серцевинних променів. Однак клітинний склад первинної і вторинної флоєми ідентичний. У їхньому складі присутні клітини різної морфології, що виконують різні функції: ситоподібні елементи (клітини, трубки та клітини-супутниці). Ситоподібні трубки у складі лубу найчастіше з'єднані в пучки. Крім них у лубі діагностуються клітини механічної тканини – луб'яні волокна, а також клітини основної тканини. Найчастіше для різних промислових цілей, на разі й створення документів, використовувався луб липи. Луб липи – це внутрішній шар кори, який має світло-жовте забарвлення, цим шаром забезпечується міцність стебла. Луб'яний шар досить проблематично розірвати по ширині, проте вздовж стебла він легко розпадається на тонкі волокна великої дов-

жини. Отже матеріл цього документа можна охарактеризувати двояко, він легко може механічно пошкодитися вздовж напрямку волокон і досить міцний перпендикулярно напрямку волокон. Тому документ має зберігатися у захисному пристосуванні. Для забезпечення його збереженості потребує виготовлення оригінального індивідуального засобу для зберігання, тому на момент обстеження він перебуває у відділі реставрації.

Ще один досить нетрадиційний для бібліотек матеріал із рослинних полімерів – *береста*. Документ із фондів ІР НБУВ Ф. 30, № 161. Уривок із старообрядницького твору про трійцю (друга пол. XVIII ст.). Документ на двох аркушах розміром 21 × 17 см, розміщений під скло з обох сторін. Напис на бересті здійснено чорнилом (рис. 1.14). Берестом називають зовнішню частину кори берези, яка розташовується над лубом. Вона складається з безлічі тонких, але міцних шарів, майже не схильних до гниття. Ближче до поверхні береста пофарбована в білий колір. Шари, розташовані поблизу від лубу, мають жовтувато-коричневе забарвлення. Саме внутрішня частина берести використовувалася для написання текстів та інших промислових потреб: виготовлення посуду, прикрас і предметів побуту. Для написання тексту використовувалася внутрішня сторона кори, а букви наносилися особливою паличкою з кістки, металу або дерева. Ще у давні часи бересту використовували на Русі як матеріал для письма. Береста має здатність зберігатися довгі роки. Відомо, що Новгородські берестяні грамоти пролежали в землі більше восьми століть і були знайдені в середині XX ст. Під час розкопок територій Київської Русі знайшли чимало берестяних грамот, що використовувалися здебільшого для листування. Як матеріал для них слугувала березова кора, попередньо витримана у киплячій воді, відшліфована з внутрішньої частини. Обстежений нами рукопис під склом зберігається у папці. Як відомо, видиме світло з довжиною хвилі 400–700 нм може активізувати хімічні реакції, а світло з зазначеною довжиною хвилі викликає найбільше занепокоєння, оскільки призводить до фотохімічних реакцій (деградації), запускаючи механізми знебарвлення різних речовин та матеріалів. У більшості випадків, окрім дії світла, знебарвлення відбувається через активну участь кисню атмосфери та вологи повітря. Кисень та волога призводять до прискорення більшості реакцій знебарвлення. Для мінімізації негативного впливу кисню та вологи з повітря ще з 1893 р. картини стали розміщувати під скло немов у частковий вакуум. Отже зберігання зазначеного рукопису на бересті під склом дозволяє певною мірою унеможливити погіршення його фактичного фізичного стану і призупинити процеси природного старіння.

Щодо технічних параметрів безпосередньо *дошок з дерева*, то вони і подібні до описаних матеріалів, і відрізняються від них, оскільки отримуються з міцнішої внутрішньої частини, а саме стовбура рослинного полімера.



Рис. 1.14. Уривок із старообрядницького твору про Трійцю. Друга пол. XVIII ст. – перша пол. XIX ст. Береста у склі (розмір – 21 × 17 см). Ф. 30, № 161.

Обстежено дві китайські дошки першої пол. XIX ст. із зображенням китайського письма – каліграфічних стилів епохи Шан (XVII–XI ст. до н. е.), оздоблені перламутром, що зберігаються у ІР НБУВ (рис. 1.15). Висушені дошки з окремих порід деревини – досить тривким у часі й оздоблені фізично міцним матеріалом. Тож обстежений документ характеризується стабільним фізичним станом.



Рис. 1.15. Китайська дошка першої пол. XIX ст. з зображенням китайського письма – каліграфічних стилів епохи Шан (XVII–XI ст. до н. е.).

Відомо, що уже на початку першого тис. до н. е. глиняні таблички подекуди змінюються дерев'яними, вкритими воском. Такі дерев'яні таблички потім зброшуровували в книги (ширми) за допомогою шнурка. Користуватися такими «книгами» було зручніше, ніж важкими і крихкими глиняними табличками. Тож у Стародавніх Греції та Римі використовувалися дерев'яні дощечки, покриті воском. Для розвитку способів використання різних матеріалів, а також фіксування інформації це вже був суттєвий прогрес, оскільки шар воску дозволяв стирати старий текст і писати на тій же дощечці новий. У Київській Русі такі покриті воском дощечки називали церами. Документ із фондів ІР НБУВ Ф. 30, № 160 дещо іншого періоду, однак не менш цікавий не лише як історичний документ давнини, але як і матеріальний об'єкт. Це чотири дерев'яні дощечки XVI ст., покриті воском, західно-європейського походження. Розміщуються дощечки в дерев'яній оправі з прив'язаним різьком сарни (рис. 1.16). Зберігаються дощечки в коробці, що покрита коленкором. Дерев'яні дощечки темно-коричневого кольору, напис нанесено графітовим олівцем, розмір однієї дощечки $9,3 \times 5,5 \times 0,4$ см. Фізичний стан документа, для створення якого поєднано такі різні за технічними параметрами матеріали як дошка, віск, графіт достатньо стабільний, беручи до уваги ще й декілька століть його існування.

Не менш цінним і рідкісним є ще один документ на дереві із фондів ІР НБУВ. Це Скандинавський рунічний календар 1638 р. (Ф. VIII, № 3589), цифрова копія якого наведена на рис. 1.17.



Рис. 1.16. Дерев'яні дощечки покриті воском у дерев'яній оправі з прив'язаним різьком сарни. Західно-європейського походження. XVI ст. (розмір – $9,3 \times 5,5 \times 0,4$ см). Ф. 30, № 160: а) розкрита дощечка; б) дощечка в коробці для зберігання.



Рис. 1.17. Скандинавський рунічний календар 1638 р. Десять дерев'яних зв'язаних дощечок розміром $8,0 \times 6,0 \times 0,2$ см. Ф. VIII, №3589: а); в) розгорнутий календар; б) шкіряний футляр для зберігання дощечек; г) картонна папка, в якій зберігається футляр.

Цей документ цікавий ще і як зразок рунічного письма. Як унікальний матеріальний об'єкт це десять зв'язаних дерев'яних дощечок, що зберігаються у шкіряному футлярі, який розміщено у картонну папку. Календар створено різьбою по дереву чорною фарбою, можливо сажено, розміри дощечки $8,0 \times 6,0 \times 0,2$ см. Слід додати, що рунічний календар (також рунічний штат або рунічний альманах) – це «вічний» календар, варіанти якого використовувалися в Північній Європі до XIX ст. Типовий рунічний календар складався з кількох горизонтальних рядків символів, розташованих один над одним. Особливі дні, такі як сонцестояння, рівно-

дення та урочистості, що включали християнські свята, позначалися додатковими рядками символів. Відомо, що окрім дерева рунічні календарі писали на пергаменті або вирізали на кістяних або рогових матеріалах. Вважається найстарішим із відомих та єдиним із Середньовіччя посох із Нючепінгу (Швеція), який датується XIII ст. Більшість із кількох тисяч календарів, що збереглися до нашого часу – це дерев'яні календарі XVI–XVII ст. Збереглося ще чимало таких рунічних написів, які викарбувано на рунічних каміннях. Документ на дерев'яних дощечках із фондів ІР НБУВ характеризується стабільним фізичним станом через властивості дерева як тривкої матеріальної основи, а також ще й завдяки оригінальному засобу для зберігання.

Серед рідкісних документів бібліотек світу є рукописи, для яких у якості матеріальної основи використано досить рідкісний складник рослинних полімерів – висушене пальмове листя. Відомо, що пальмове листя використовувалося як матеріал для письма на Індійському субконтиненті та у Південно-Східній Азії ще V ст. до н. е. Їх використання почалося в Південній Азії та поширилося на інші регіони, як рукописні тексти на висушеному та обробленому димом пальмовому листі. Один із найдавніших збережених до нашого часу рукописів на пальмовому листі є трактат шиваїстський текст на санскриті IX ст., знайдений у Непалі, що нині зберігається в бібліотеці Кембриджського університету. На прямокутних вирізаних та висушених аркушах з пальмового листя створювався текст за допомогою ручки-ножа, а фарби чи чорнило потім наносилися на поверхню і витиралися, залишаючи речовини в вирізаних борозенках. У кожному аркуші був отвір, через який могла пройти мотузка, таким чином за допомогою якої аркуші зв'язувалися, щоб створити книжковий блок. Створений таким чином текст із пальмового листя зазвичай міг проіснувати від декількох десятиліть до декількох століть, перш ніж він руйнувався через вплив вологості, ентомофауни, мікроорганізмів. Оскільки матеріал не характеризується достатньою міцністю, то існувала практика копіювання текстів на нове пальмове листя. Використання цього матеріалу для створення та збереження інформації тривало до XIX ст., коли друкування значно потіснило рукописні документи.

Серед особливо цінних фондів ІР НБУВ також зберігається рукописний документ на описаному специфічному матеріалі – пальмовому листі. Це Малабарський рукопис на пальмовому листі в дерев'яній оправі (Ф. VIII, № 554), датується першою чвертю XVII ст., місце створення – Індія (рис. 1.18). Рукопис містить 138 аркушів, товщина однієї дощечки 1 мм, темно-коричневого кольору. Спосіб нанесення інформації – пером та чорнилом. Зважаючи на такий тривалий історичний період існування рукопису його фактичний фізичний стан можна охарактеризувати як задовільний, без видимих ознак ентомологічного та мікробіологічного ураження.

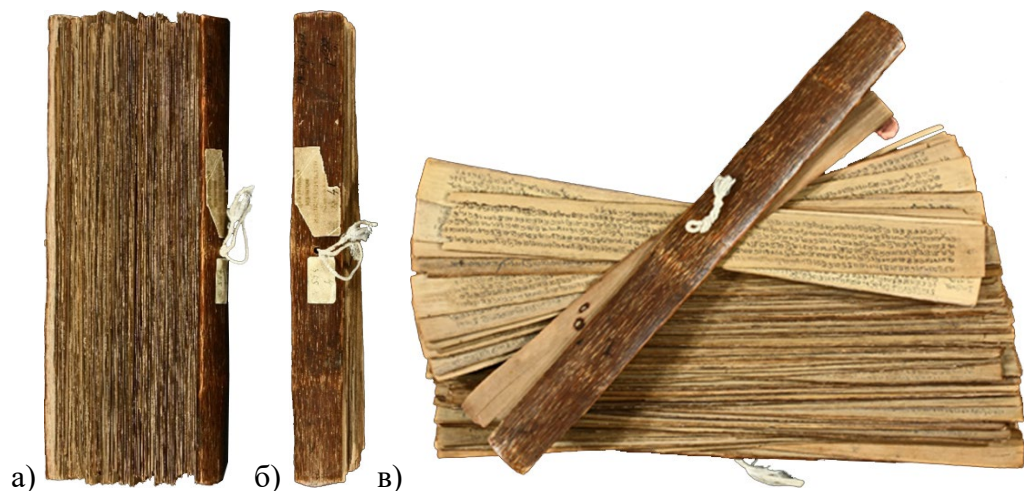


Рис. 1.18. Малабарський рукопис. Індія. Пальмове листя в дерев'яній оправі. Перша чверть XVII ст. (товщина дощечки 1 мм, 138 арк.). Ф. VIII, № 554: а) текстовий блок; б) обкладинка; в) розгорнутий рукопис.

З розвитком технічного прогресу від глибокої давнини дотепер майже у кожному історичному періоді нарівні з попередніми з'являлися нові носії інформації. Відомо, що усі вони теж певною мірою з часом піддаються природному старінню, а новітні ще й технічному та логічному. Комплекс операцій, технологій і заходів, що дозволяють зберегти первісні властивості матеріалів бібліотечних фондів, мінімізувати темпи їх природного старіння можна розглядати як технологічну безпеку для забезпечення їх довговічності та збереження зафіксованої різними способами інформації.

Оскільки для більшості бібліотечних документів у якості матеріальної основи використано папір, то актуальними залишаються способи гарантування збереженості саме цих примірників. Слід підкреслити, що в аспекті оптимізації фактичного фізичного стану ослабленої матеріальної основи паперових документів нейтралізацію надмірної кислотності масовими та індивідуальними методами можна розглядати як надійний спосіб зміцнення. Адже метою нейтралізації є уповільнення процесів хімічної деструкції та окислення паперу, які зазвичай і призводять до механічної руйнації документа. Для нейтралізації або забуферювання аркушів паперу застосовується вуглекислий кальцій або інші речовини аналогічної дії. У літературних джерелах наводяться дані про найбільш оптимальні режими оброблення та інформується про безводне видалення кислотності з паперу за допомогою обробки метилмагнійкарбонатом, що за ефективністю аналогічне обробці гідроокисом барію і може застосовуватися для стабі-

лізації паперу⁶; є дані також про процеси лужної деацидифікації паперу, видалення надмірної кислотності для зміцнення паперу, уточнюються режими та необхідні хімічні сполуки⁷. Під забезпеченням збереження бібліотечних документів з паперовими та непаперовими матеріальними носіями, описаними у цьому розділі, мається на увазі не лише їх фізична збереженість. Адже разом із матеріальним носієм під час довготривалого зберігання та експлуатації старіє також текст, з'являються дефекти, що пов'язані зі способом написання чи друкування, а також використаними засобами. Це так звані зовнішні фактори впливу на довговічність матеріальних носіїв. Найбільш розповсюджені дефекти тексту пов'язані з його хімічною корозією – вицвітання фарби, стирання, осипання, зміна кольору фону.

Для збереженості документів з різними матеріальними носіями та відтворення викладеної різними способами інформації реалізується загальний технологічний процес побічної консервації – створення цифрових копій. Загалом створення електронних копій є оптимальним шляхом для зменшення навантаження на унікальні документи під час обслуговування ними читачів, насамперед тих примірників, що зазнали руйнівного впливу механічного, біологічного та хімічного факторів. Певно, що цифрова копія має бути якісною, а побічна консервація оригіналів із нестабільним фізичним станом матеріальних носіїв розглядається на рівні з класичними способами збереження документів – стабілізацією різними способами, реставрацією тощо. Однак незважаючи на те, що нове тисячоліття ознаменувалося значним прогресом в інформатиці та значним розширенням спектру новітніх носіїв, оригінальні рукописні та друковані документи безперечно залишаються пріоритетним джерелом для отримання найбільш повної інформації з тих чи інших питань.

Гарантування біологічної безпеки є не менш важливою складовою усього комплексу заходів задля збереження матеріальної основи особливо цінних фондів. На сьогодні у зв'язку зі зростаючими вимогами щодо екологічної безпеки хімічних речовин, які використовуються в відкритих екосистемах для захисту від біопошкодження, ведеться цілеспрямований відбір ефективних та екологічно безпечних біоцидів для захисту промислових матеріалів, а також історико-культурних об'єктів. Дослідження, що виконані у цій площині охоплюють декілька напрямків. По-перше, це прогнозування ситуацій впливу оброблення фунгіцидами через біопо-

⁶ Green L. R., Leese M. Nonaqueous deacidification of paper with methyl magnesium carbonate. *Restaurator*. 1991. Vol. 12. No. 3. P. 147–162.

⁷ Bukovsky V. The analysis of alkaline reserve in paper after deacidification. *Restaurator*. 2005. Vol. 26. No. 4. P. 265–275. Ipert S., Rousset E., Cheradame H. Mass deacidification of paper and books. *Restaurator*. 2005. Vol. 26. № 4. P. 250–264.

шкодження, тобто визначення наслідків цих ситуацій. По-друге, це виділення мікроорганізмів – продуцентів нових комплексів протигрибкових речовин, вивчення їх хімічного складу та властивостей, розроблення способу отримання частково очищених концентратів. Важливим є також розробка способів зниження норм витрат природних і хімічних дезінфектантів без зменшення фунгіцидного ефекту.

РОЗДІЛ 2

ПРІОРИТЕТИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ З КОНСЕРВАЦІЇ ОСОБЛИВО ЦІННИХ БІБЛІОТЕЧНИХ ФОНДІВ НБУВ

Сьогодні НБУВ – це найбільше за обсягом ресурсів книгосховище України, де зберігається понад 16 млн різних видів творів друку (книжок, газет і журналів, естампів і гравюр, нот тощо) та понад 1 млн рукописів, архівних документів, дисертацій та інших творів на правах рукописів.

Основні завдання для організації діяльності з забезпечення збереження особливо цінних документів базуються на послідовності та систематичності взаємозалежних окремих складових цієї роботи. Ці складові органічно доповнюють одна одну, конкретизують завдання в рамках кожного напрямку для досягнення головної мети – забезпечення збереження найбільш цінних документів. Насамперед це комплекс робіт, що мають забезпечити належне функціонування та збереження унікального фонду НБУВ, тобто різнопланові заходи для забезпечення його довготермінового зберігання й використання. Це організаційні заходи, спрямовані, як правило, на подальше розширення доступу до особливо цінних документів та ефективного їх використання, а також на підтримання нормативних режимів зберігання фондів для забезпечення їх збереження, на здійснення стабілізаційних операцій для уповільнення процесів старіння матеріальної основи документів (далі – МОД) з традиційними та нетрадиційними носіями, на виготовлення електронних копій документів з ослабленою матеріальною основою для унеможливлення погіршення їх фізичного стану.

У 2001 р. НБУВ однією з найперших у державі була внесена до переліку установ – власників наукових об'єктів, що становлять національне надбання. Тож фонд рукописів, стародруків, рідкісних видань, історичних колекцій, архівний фонд України та депозитарій НБУВ, безсумнівно є унікальним, становить виняткову наукову і загальнокультурну значимість, має непересічне значення для розвитку науки, освіти, культури в Україні. Серед особливо цінних документів, а це більше 2,6 млн одиниць зберігання відносяться до наукових спеціалізованих фондів. Найцінніша частина історико-культурних фондів НБУВ, фонд рукописів з підсобним книжковим фондом – спеціалізований за видами носіїв інформації бібліотечний фонд з правом постійного зберігання документів. Рукописна спадщина

тисячолітньої історії України в документальних пам'ятках збиралася на колекційних засадах, і в ній зосереджені рукописні книги та архівні фонди просвітницьких установ та діячів історії, культури, науки, склад та зміст яких не поглинається, не відображається і не дублюється ніякою іншою документацією, що надає їй характер унікальної за історико-культурологічним значенням. Фонд рукописів виконує не лише меморіальну функцію, а й є науковою базою досліджень, репрезентує загальносвітову книжково-рукописну культуру від найдавніших часів до сьогодення. Характер найзначніших в державі бібліотечних колекційних зібрань документів рукописного фонду визначає особливі вимоги до забезпечення його збереженості та режиму використання.

В соціальному аспекті гарантування збереженості рукописних документів найбільш вдало можна окреслити висловлюванням старовинного арабського мислителя про необхідність благоговійного ставлення не лише до віднайденої інформації, а й до матеріалу, на якому вони були написані⁸. З точки зору фахівців-консерваторів оптимальним варіантом забезпечення збереження рукописів є розроблення та впровадження програми консерваційних заходів для кожної окремої колекції чи кожного окремого унікального документа. Ця програма має включати добір сучасних методик та відповідних матеріалів для відновлення книжкових блоків документів, а також забезпечення технічно- та науково-обрунтованої реставрації окремих примірників. Передбачається, що програма консервації рукописів має оптимально поєднувати впровадження поряд із традиційними реставраційними операціями такі інноваційні технології, як створення цифрових копій, фазове зберігання, нейтралізацію надлишкової кислотності паперу різними способами із застосуванням сучасних антиоксидантів тощо.

В основі виконання кожного із зазначених способів свої технологічні та технічні аспекти. Спільним є те, що перед реалізацією кожного з цих способів проводяться комплексні науково-прикладні обстеження особливо цінних документів. Зазвичай ці обстеження включають вивчення загальних для всієї колекції умов зберігання (параметрів температурно-вологісного, світлового та санітарно-гігієнічного режимів), проведення мікробіологічного контролю повітря, а за необхідності і документа, а також виконання структурних і хіміко-технологічних досліджень матеріальної основи кожного документа колекції. За результатами обстеження рекомендується комплекс необхідних стабілізаційних заходів за наведеним принципом, що є актуальним не лише для рукописів, а також для інших особливо цінних документів. Насамперед невідкладних стабілізаційних

⁸ Гороховский Е. На шелковом пути. *Бумага и Жизнь*. 2002. № 9. С. 56–57.

реставраційних операцій потребують документи, у яких зафіксована деградація матеріалу, як хімічного так і мікологічного типу. Далі необхідно запланувати стабілізацію документів тим чи іншим способом, якщо примірники зазнали впливу відразу декількох факторів, скажімо біологічного і хімічного або хімічного і механічного. Потім для відновлення документів з механічними пошкодженнями книжкового блоку слід передбачити реставрацію у необхідних обсягах. Для багатьох рукописних документів актуальним залишається запровадження методу непрямой консервації – оцифрування для створення електронних копій.

До наукових спеціалізованих фондів відносяться окремі складові частини наукового об'єкта, що становить національне надбання. Серед них фонд єврейських документів (фонд юдаїки) – книги єврейськими мовами: їдиш, гебрайською та іншими. За часом видання – це документи, видані єврейськими друкарнями в Україні кін. XVIII – поч. XX ст., зібрання дитячих книг XX ст. з ілюстраціями видатних художників-авангардистів. Книги західноєвропейськими мовами кін. XVII – поч. XX ст. Одне з найбільш повних зібрань єврейських періодичних видань Європи різними мовами (їдиш, гебрайською, західноєвропейськими, українською та російською). Зібрання єврейських рукописних документів: особові фонди Семени Ан-ського та Авраама Гаркаві; зібрання пінкасім; архів ТПС (архів товариства для поширення освіти поміж євреями в Росії); документи переважно релігійного змісту, гебрайською та арамейською мовами; арабомовні юдейські тексти. Частина документів характеризується нестабільним фізичним станом ураховуючи складні умови попереднього до НБУВ побутування. Так, періодичні видання потребують стабілізації МОД у значних обсягах; фонд єврейських документів потребує вибіркової фазової консервації, виконання реставраційних та палітурних робіт. Оскільки певна частина документів зазначеного фонду характеризується значною глибиною процесів старіння МОД, актуальним залишається застосування технологій створення електронних копій для забезпечення як фізичного збереження оригіналів так, і інформації, яка міститься в них. Саме для особливо цінних документів із фонду юдаїки було запроваджено унікальний метод цифрового неруйнівного відтворення інформації з фонографічних циліндрів способом перезапису на інші носії, розроблений науковцями Інституту реєстрації проблем інформації НАН України. Відтворення звуку з більшої частини фонографічних циліндрів єврейської музичної спадщини, видання відновлених аудіо записів на цифрових носіях, зберігає історичний та хронологічний принцип, а інформація стала доступна фольклористам, етнографам, історикам, музикознавцям, аматорам-музикантам. Результати такої співпраці фахівців НБУВ та академічних інститутів ще раз підтверджують позитивні аспекти тісних наукових зв'язків

між бібліотекою та науковими установами, комерційними, виробничими закладами, коли бібліотека є не лише виконавцем, а й замовником нових технологій у галузі консервації фондів.

Не менш значимою частиною наукового об'єкта, що становить національне надбання, є фонд стародруків та рідкісних видань – унікальне зібрання книжкових пам'яток світового рівня. Колекції відділу та весь його сукупний фонд можна розглядати не тільки як зібрання рідкісних і цінних книг переважно минулого часу, але і як колекційну книжкову пам'ятку, сформовану в ХХ ст., як перлину НБУВ. Це унікальне джерело відомостей із загальної та вітчизняної історії, історії культури, історії книги та книгознавства, мистецтва книги та поліграфії. Багато книжок із фондів відділу мають цінні прикмети часу: екслібриси, автографи, маргінальні записи видатних особистостей. Фонди відділу структуровані по окремих колекціях, створених за хронологічною, видавничою, шрифтовою чи форматною ознакою, критеріями рідкісності та цінності, видом друку тощо. Тож документи фонду стародруків та рідкісних видань завжди в колі наукових інтересів фахівців консерваторів НБУВ. У рамках їх досліджень було реалізовано принцип науково-обґрунтованого аналізу збереженості документів – експертизи, що враховує технології виготовлення і властивості використаних матеріалів, а також вплив біотичних і абіотичних факторів, які впливають під час довготермінового зберігання і використання. Для прикладу, експертиза колекцій «Інкунабулів», «Ет'єнів», «Плантенів», «Альדיнів», «Дідо» загальною кількістю 1 137 од. зб., виконана науковцями ВНТЗФ, була проведена на засадах прикладної статистики на рівні кожної колекції в цілому і конкретної одиниці зберігання. Такий підхід дозволив поширити висновки, зроблені для обмеженої кількості примірників (репрезентативна вибірка), на всю колекцію, що обстежувалася. Результати цих та інших обстежень переконливо підтвердили, що одним із універсальних засобів збереження паперової основи книжкового блоку є непошкоджена оправа. Оправлення книжкового блоку у тверді матеріали забезпечує його цілісність, запобігає механічним пошкодженням і забрудненню сторінок. Для стародрукованої книги найбільш характерними є оправи, виготовлені з дерев'яних дощок або спресованих у картон макулатурних аркушів, обтягнених шкірою, пергаментом, тканиною чи обклеєних папером. Додатковими факторами для кращої збереженості книжок були фарбування обрізу, найбільш вдалим – позолочення, та виготовлення на оправі застібок або зав'язок, які запобігали як проникненню пилу в міцно стиснений книжковий блок, так і його деформуванню – нерівномірному розбухання. Оправи для стародруків виготовлялися на замовлення як для окремих видань, так і для збірок із кількох видань – конволютів. За виявлення порушень цілісності оправи та ознак

впливу механічного фактора основним із заходів для забезпечення довготермінового зберігання стародруків є комплексна реставрація, що включає роботи з оправлення, ремонту оправи, її реконструкції, а також покращання стану паперового носія інформації. Під час реставрації особливо цінних документів, до яких належать стародруки (рис. 2.1), зазвичай дотримуються декількох принципів: використовуються тільки якісні матеріали і реактиви, що забезпечує високу потенційну тривкість; план реставраційних заходів, їх обсяги мають затверджуватися на художньо-методичній раді, де обов'язковою є консультація фахівця з історії книги; для виготовлення оправи чи заміни окремих фрагментів бажано використовувати матеріали традиційні для епохи і країни видання книги; у разі, коли оправа збереглася фрагментарно, необхідно зберегти елементи, що залишилися; під час реставрації паперу блоку, переважно здійснюються операції промивання (для усунення бруду та плям (рис. 2.2) від затікання), дезінфекції за умови виявлення біологічного ураження та декислотизації аркушів, які цього потребують.



Рис. 2.1. Виставка у читальній залі відділу стародруків та рідкісних видань НБУВ



Рис. 2.2. Ноти, що потребують усунення бруду та плям і ремонту

У більшості випадків зазначені положення щодо забезпечення збереження оригіналів документів способом реставрації стосуються і найбільшої за обсягом складової наукового об'єкта, що становить національне надбання, фонду бібліотечних зібрань та історичних колекцій – унікального зібрання книжкових пам'яток світового рівня, джерел інформації з історії, історії культури, освіти та науки, релігії. Значна частина видань із книжкових колекцій фонду також мають цінні прикмети часу: екслібриси, автографи, маргінальні записи видатних особистостей минулого. Бібліотечні колекції та зібрання діляться на бібліотеки вищих та середніх навчальних закладів, бібліотеки духовних закладів XVII – поч. XX ст. До складу цих бібліотек входять родові зібрання видатних державних та культурних діячів України, дореволюційної Росії, Польщі, Литви, Білорусі, що також збереглися в НБУВ окремими комплексами; фонд дореволюційної релігійної та світської періодики, зібрання окремих видів документів (палеотипів, Біблій тощо). До складних завдань, що стосуються забезпечення збереженості оригіналів особливо цінних документів з названих відділів, можна віднести їх різноформатність – від книг-мініатюр (книги висотою до 10 см, наприклад, наведену на рис. 2.3) до фоліантів (формат Е розміром 50 × 70 см). Адже нещільність розміщення їх на бібліотечній полиці через різні розміри сприяє проникненню мікрочасток пилу і вологи, що сприятиме прискоренню процесів природного старіння паперу. Ці процеси прискорюються через проникнення вологи, якщо в документі загорнута сторінка або в блок вставлена закладка з іншого паперу. Також для великоформатних документів, що інколи виступають за межі полиці,



Рис. 2.3. Коли розмір стародруку суттєво впливає на план реставраційних заходів

вкрай важливим є збереження цілісності оправи та наявність обрізу. Вони унеможливають проникнення світлових променів і як наслідок інтенсифікацію процесів старіння паперу блоку по периметру аркушів, що часто спостерігається для необрізаних блоків.

Для документів з бібліотечних зібрань та історичних колекцій, як найбільшого за обсягом масиву різних видів матеріалів, що зберігаються разом, може спостерігатися таке явище, як накопичення значної кількості статичної електрики. Як відомо, збільшення статичної електрики органічних матеріалів супроводжується накопиченням дрібних пилових частинок та інших забруднювачів повітря. Пилові частинки сорбують з повітря багато хімічних речовин, що сприяють прискоренню окислення органічних матеріалів (паперу, шкіри, пергаменту), механічному руйнуванню целюлозних ланцюжків волокон паперу, накопиченню спор мікроскопічних грибів. Під час постійного використання документів на папері, зніманні та поверненні на полицю в сховищі, статична електрика зникає. Таким чином, якщо документи не користуються попитом у користувачів бібліотеки упродовж певного періоду часу з тих чи інших причин, для потен-

ційного зменшення забруднення пилом книги мають періодично розкриватися, що сприятиме кращій збереженості цих оригіналів⁹. Ще одною умовою унеможливлення потенційного забруднення пилом через накопичення статичної електрики є підтримання належного санітарно-гігієнічного режиму сховищ завдяки регулярному проведенню санітарних днів та періодичному знепилюванню документів фахівцями групи з санітарно-гігієнічного оброблення фондів.

Що стосується пріоритетів для забезпечення збереження документів фонду зарубіжної україніки – одного з найбільших в Україні зібрань творів друку, що були видані поза її межами українською мовою та різними мовами світу про Україну та українців, праць авторів-українців, українських організацій та об'єднань в оригіналі та перекладах, то вони націлені на мінімізацію темпів природного старіння їх матеріальної основи. До складу фонду входить ряд цінних колекцій, зокрема Колекція Українського Народного Дому (УНД, Вінніпег), Колекція Я. Б. Рудницького, Колекція Служби безпеки України (СБУ) та ін. Для стабілізації фактичного фізичного стану фонду зарубіжної україніки, як більш сучасних документів, оптимальним є запровадження окремих превентивних та перспективних методів. Однак характерною специфікою щодо збереженості документів цього фонду є те, що окремі примірники видані на таких нетривких видах паперу як друкарський низької якості, газетний тощо. Зазвичай документи, у якості матеріальної основи яких використано ці види паперу, потребують декислотизації швидше за інші та у значно більших обсягах.

Особливо цінні документи з фондів нотних видань, книжково-альбомних видань та аркушевих матеріалів НБУВ відрізняються фаховою специфікою, автономно розміщуються, комплектуються за участю спеціалістів з мистецтвознавства та мають ряд інших відмінностей щодо їх використання і зберігання. Фонд нотних видань XVII–XXI ст. – найбільше й найбагатше в Україні за обсягом та змістом, науковим і культурним значенням зібрання нот та інших документів (рукописи, книги, періодика, грамплатівки, компакт-диски) з історії та теорії музики, музикознавства, музичної бібліографії. Хронологічні межі документів – кінець XVII ст. по сьогоднішній день. Значна група документів належить до музичних пам'яток державного і світового значення. Найбільш цінними з них є нотне зібрання родини Розумовських (друга половина XVIII – XIX ст.), колекція ка-

⁹ Затока Л. П. Исследования и консервация коллекционных собраний НБУВ в процессе внедрения инновационных технологий сохранения библиотечных. *Науч.-практ. и теоретический сборник «Библиотеки Национальных академий наук: проблемы функционирования, тенденции развития»*. Киев, 2011. Вып. 9. С. 239–251.

мерно-інструментальної музики І. Гаврушкевича (кінець XVIII – XIX ст.), колекція «Українські нотні видання 1917–1923 років», колекція «Музичний фонд України», бібліотека Спілки композиторів України. Стосовно особливостей забезпечення збереження нотних видань, то ці нюанси пов'язані з різноманіттям матеріалів відділу, адже умови зберігання рукописів, книг, періодичних видань цього відділу не мають відрізнятися від умов зберігання особливо цінних документів інших структурних підрозділів НБУВ, про що йшлося раніше. Відмінності пов'язані з такими нетрадиційними для бібліотеки документами як грамплатівки та компакт-диски, для унеможливлення пошкодження яких потрібні інші захисні пристосування – дещо інших форм та конструкцій. Щодо більш сучасних нотних видань то заходи зі збереження пов'язані зі способом скріплення аркушів. Це може бути шиття нитками на марлі або безшвейне скріплення за допомогою клею, навіть шиття дротом, що зовсім не бажано. Перший спосіб є більш надійним для збереження паперу, другий і особливо третій потребують більшої уваги з боку зберігачів фонду для контролю за фізичним станом документів під час їх зберігання. Зошити для нот комплектуються у кількості від 8 до 96 аркушів і вкладаються в оправу або м'яку обкладинку. Оправа буває суцільнокритою або складеною, а обкладинка здебільшого становить одну частину. У процесі виготовлення оправи для форзаца використовується форзацний або обкладинковий папір масою одного м² – 100–140 г. Збереження нотних документів на бібліотечній полиці досягається також способом виготовлення м'якої обкладинки або паспарту для окремих аркушів, що гарантує необхідний рівень показника вологості нотного паперу. Серед особливо цінних музичних фондів є документи на більш сучасних матеріальних носіях, які відрізняються і застосованим матеріальним носієм, і конструкцією самого документа. Маються на увазі грамплатівки на основі шелаку та полівінілхлориду (далі – ПВХ), розмовна назва «вініл». Що стосується механічного та хімічного факторів впливу, то ПВХ – це синтетичний матеріал, що легко змінює свою форму під дією високих температур, а природні пластмаси на основі шелаку є менш стійкими до ударного навантаження. Тому для цих одиниць зберігання важливим є підтримання оптимального температурно-вологісного режиму, зокрема уникнення підвищення температури вище 25°C, а також унеможливлення впливу такого фізичного фактора, як вібраційні коливання.

Фонд книжково-альбомних видань та аркушевих образотворчих документів XVII–XXI ст. – книжково-альбомний фонд складається з багато ілюстрованих фундаментальних праць з теорії та історії образотворчого мистецтва, енциклопедій, довідників, словників, каталогів, монографій,

альбомів репродукцій творів українського та зарубіжного мистецтва, фотоальбомів тощо. Серед раритетних видань – альбоми оригінальних оформтів Л. Жемчужникова «Живописна Україна» (1861–1862 pp.), Є. Михальцевої «Наброски поїздки в Малоросію» (Вип. I, 1882), Д. Піранезі «Рим» (середина XVIII ст.); «Ксилографічні дошки Лаврського музею. Вип. 1: Українські старовинні гравюри типу «народних картинок» (Київ, 1927) та ін. Фонд аркушевих образотворчих документів XVII – XXI ст. за видами друку поділяється на лубок, гравюру, листівку, плакат, фотографію, репродукцію, поштову картку, прикладну графіку (запрошення, календарі, обкладинки). Найбільшу цінність становлять оригінали творів графіки сучасних художників (колекції творів Г. Сергєєва, М. Стратілата, Г. Малакова та ін.). Книжково-альбомні видання та аркушеві образотворчі документи – це фонд різних форматів та розмірів, здебільшого великого формату, що ускладнює процес збереження цих примірників, оскільки потребує більших площ для їх розміщення і відповідно підтримання нормативних умов зберігання на цих площах. Значна частина документів представлена на афішному папері. Як матеріал папір афішний – це зазвичай білий чи кольоровий папір для друкування типографським або офсетним способом афіш, реклам тощо. Композиція афішного паперу відрізняється від інших видів паперу тим, що містить невібілену целюлозу та вибілену деревну масу. Виготовляється афішний папір масою одного м² – 40 г, з машинною або односторонньою гладкістю, з невисоким показником проклеювання та з середньою механічною міцністю. Таким чином, папір з такими властивостями відразу відноситься до тих паперів, що є механічно нетривкими, а наявність деревної маси в композиційному складі призводить до прискорення динаміки природного старіння. Для мінімізації інтенсивності цих процесів та зміцнення матеріальної основи таких документів можуть бути застосовані способи поверхневого проклеювання складними композиціями та нашарування спеціального реставраційного паперу для стабілізації через вплив механічного фактора. Для плакатів з механічними пошкодженнями комплекс реставраційних операцій може включати: дереставрацію (за наявності ознак попередньої реставрації), зведення розривів, проколів, зміцнення аркушів, відновлення втрат, виправлення заломів, ліквідація деформації способом пресування тощо. Підтримання нормативних режимів у сховищах, де зберігаються фонди нотних і книжково-альбомних видань та аркушевих матеріалів, а також виконання певного комплексу консерваційних заходів: реставрації палітурок, з'єднання розривів, відновлення втрат аркушів блоку, виготовлення твердих оправ з використанням сучасного палітурного матеріалу – коленкору Classics є невід'ємною умовою їх збереженості.

Серед газетних фондів XVIII–XXI ст., як найбільшого в Україні за обсягом і унікального за змістом, науковим та культурним значенням зібрання вітчизняних і зарубіжних часописів є найдавніші виданнями – це додатки до газети «Санктпетербургские ведомости» (1732 р.) і «Supliment z gazet cudzoziemskych» (1760 р.). Серед раритетів – газети «Харьковские известия» (1818 р.), що вважається першопочатком української періодики, «Хлібороб» (1905 р.) – перша україномовна газета на Наддніпрянській Україні, «Громадська думка» (1905–1906 рр.), «Рада» (1906–1914 рр.), «Діло» (1880–1916 рр.), «Зоря Галицька» (1848–1849, 1951–1952 рр.) тощо. Підвищеним попитом користуються газети 1732–1916 рр., 1917–1921 рр., а також газети 1930-х рр. і періоду другої світової війни. Газетні фонди поповнюються періодикою, що видається в Україні, зарубіжними виданнями та виданнями української діаспори. Особливістю забезпечення збереження фонду є необхідність виготовлення нових оправ з самого надходження періодичних видань, до бібліотеки. Найбільш уживаним видом оправи, що виготовляється для збереженості газет в НБУВ, є тверда оправа з відставом та складена. Ще однією складною особливістю оправлення газет є необхідність виготовлення оправи для газет з занадто вузькою ненадрукованою частиною аркуша методом ручного шиття. Така підготовка комплекту газет для вставлення в оправу є окремою технологічною операцією. Для підготовки комплектів газет з широким ненадрукованим полем для вставлення в оправу використовується метод механічного проколювання спеціальним свердлом. Для виготовлення оправ застосовуються спеціально підібрані матеріали з переліку матеріалів і речовин, що рекомендуються державним стандартом з консервації документів¹⁰.

Значна частина документів газетного фонду представлена на газетному папері та друкарському низької якості. Газетний папір – це проклеєний малозольний папір з переважним вмістом у композиції деревної маси, що відповідно обумовлює наявність лігніну. Цим пояснюється невисока механічна міцність та прискорене старіння матеріальної основи газет. Такі властивості матеріалів, що входять до композиційного складу газетного паперу, викликають необхідність виконання низки інших стабілізаційних операцій, окрім виготовлення оправи. Для забезпечення довготермінового зберігання та використання газетних підшивок і комплектів їх матеріальної основи потребує зміцнення різними відомими способами, нейтралізації надмірної кислотності тощо.

¹⁰ ДСТУ ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги (ГОСТ 7.50-2002, IDT). Чинний від 01.07.2007. Київ: Держспожив стандарт України, 2007. 18 с.

Архівний фонд Національної академії наук України складається з документів Архівного фонду НАН України і містить інформацію з усіх аспектів її діяльності від часу створення як провідної наукової установи України до сьогодення. Документи, що входять до його складу, відтворюють розвиток української науки протягом XX–XXI ст. та особистий внесок видатних вчених НАН України, широкі міжнародні наукові зв'язки, містять документи з історії України колекційного характеру тощо. Документальний масив складається з двох частин – документи академічних установ та документи особового походження вчених НАН України, які становлять сьогодні основу джерельної бази Інституту архівознавства НБУВ. Комплекс документів установ НАН України формується з 1990 р. і включає документи з науково-дослідної та науково-організаційної роботи окремих діючих установ та весь спектр документів, в тому числі особового походження, ліквідованих установ НАН України. Документи особових архівних фондів вчених НАН України представляють понад 20 наукових напрямів, декілька наукових шкіл, історію створення та діяльності НАН України.

Запорукою довготривалого збереження архівного фонду є дотримання та виконання усього комплексу профілактичних заходів для документів, які надійшли на державне зберігання в Інститут архівознавства (далі – ІА) НБУВ. Загалом до найважливіших завдань архівів належить забезпечення відповідних умов для збереження архівних фондів. Воно полягає у правильній організації зберігання документів, утримання їх у належному фізичному стані та запобігання втрат. Базою для реалізації цих завдань є приміщення архіву. Від його стану залежить не лише відповідне збереження документів, їх раціональна локалізація, а й процес комплектування архівних збірок, ступінь їх упорядкування та інвентаризації. Оптимальні умови для зберігання архівних документів забезпечуються шляхом їх розміщення у спеціально збудованих або пристосованих до архівних цілей сховищах, створенням відповідних умов протипожежної охорони, контролем за температурно-вологісним режимом, утриманням належного порядку та здійснення санітарно-гігієнічних заходів. Оскільки не дозволяється зберігання архівних документів у підвальних або напівпідвальних приміщеннях, а також у приміщеннях з трубами водопостачання та каналізації, то архівний фонд НБУВ розміщено в сховище, де виключені зазначені ризики. У сховищах, де зберігаються архіви, мають підтримуватися стабільні нормативні параметри світлового, температурно-вологісного та санітарно-гігієнічного режимів зберігання. Оптимальний режим досягається при температурі 17–19°C і відносній вологості 55±5%. Забезпечується оптимальна система освітлення: переважно використовуються люмінесцентні лампи зі скороченою ділянкою спектра. Одна з

важливих умов зберігання архівних документів – боротьба з пилом. Пил не тільки псує зовнішній вигляд документів, але й порушує повітрообмін, сприяє збільшенню вологості та біологічному пошкодженню. Тож архівні документи регулярно знепилюються, що гарантує своєчасні та ефективні засоби профілактики і боротьби з біопошкодженнями. Окрім зазначеного, дієвим заходом забезпечення довготривалого зберігання архівного фонду є вхідний контроль документів з особистих архівів вчених НАН України, що надходять на постійне зберігання в ІА НБУВ. Перевірка фактичного фізичного стану документів здійснюється відповідно до вимог комплексу контрольно-профілактичних заходів щодо забезпечення збереження документів, які надійшли на державне зберігання, передбачених національним стандартом України¹¹. Під час приймання документів на зберігання в архівну установу вони обов'язково мають проходити етап тимчасового зберігання (карантин) та акліматизацію поза архівосховищем. Документи виймаються з транспортної тари та розкладаються на стелажах чи столах для акліматизації у окремому приміщенні. Водночас документи мають проходити візуальне обстеження, з метою виявлення документів уражених біологічними шкідниками, з підвищеною вологістю, з пошкодженнями матеріальної основи та дуже запилені. За виявлення на поверхні документів ознак мікологічного забруднення (плісняви), вони вилучаються з основного фонду, потім проводяться додаткові лабораторні дослідження, за результатами яких вирішується питання щодо необхідності дезінфекційних заходів. У разі виявлення документів з підвищеною вологістю проводиться акліматизація до їх повного висушування тобто досягання нормативних показників вологості матеріальної основи документів 6–8%. Дуже запилені документи направляються на санітарно-гігієнічне очищення. Після проведення комплексу контрольно-профілактичних заходів документи передаються до архівосховища на постійне зберігання.

Загалом архівні сховища мають бути обладнані стаціонарними металевими стелажми. Допускається експлуатація дерев'яних стелажів, за умови оброблення їх вогнезахисним розчином. Документи розміщуються на стелажі у картонних коробках з архівного (безкислотного) картону. Як допоміжне чи спеціальне обладнання можуть бути використані металеві шафи, сейфи, шафи-стелажі, а також стаціонарні відсіки-бокси з металевими перегородками й полицями. Кожна одиниця зберігання має бути спочатку вкладеною в негерметичне індивідуальне первинне пакування (для захисту документа від пилу та вологи), а після цього – у вторинне пакування (з метою захисту документа від механічних пошко-

¹¹ ДСТУ 8889:2019. Документи з паперовими носіями. Правила зберігання національно-го архівного фонду. Чинний від 01.10.2020. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 16 с.

джен та впливу негативних чинників навколишнього середовища). Документи усередині пакування мають бути розміщені і без надмірного стикування, і без вільного пересування. Усі засоби пакування мають бути виготовлені з безкислотного паперу з використанням клеїв на основі желатину, полівінілацетату та ацетату целюлози.

Під час підготовки архівних документів для передавання на місце постійного зберігання особливої уваги потребують рукописні документи (записи олівцем і чорнилом) та фотодокументи з паперовою основою (позитиви), які доцільно зберігати в окремих папках або конвертах з відповідних сортів паперу. Позитиви в фотоальбомах необхідно додатково захистити тонкими прокладками. У процесі зберігання фотодокументів слід регулярно проводити контроль за станом їх упаковки. У разі виявлення пошкоджень або деформації упаковку треба негайно замінити, крім того фотодокументи слід зберігати у закритому обладнанні: ящиках, шафах, сейфах тощо. Для подальшого зберігання архівних документів, з метою стабілізації старіння паперу, рекомендується видаляти металеві скріпки, які прискорюють окислювальні процеси в папері та спричиняють його руйнування. У зв'язку з особливостями хімічного складу полімерних обкладинок зошитів, що містять щоденникові записи й нотатки, для запобігання подальшого руйнування паперового блоку, обкладинки слід також видаляти. Матеріали на компакт-дисках необхідно зберігати в заводській упаковці, укладеними вертикально в контейнери з інертного матеріалу, а також уживати заходів для запобігання дії вібрації та переміщення всередині контейнерів.

До складу архівного фонду входять різноманітні матеріали: наукові, літературні, музичні й інші рукописи та тексти; щоденники, мемуари, фоно- та фотодокументи, живописні й графічні зображення. Зазначені види документів зафіксовані як на паперових, так й інших традиційних носіях, а також на спеціальних технотронних носіях, що потребують інших засобів відтворення: кіно- й фотоплівці, мікрофішах, аудіо- й відеокасетах, електронних, магнітних, оптичних та інших пристроях.

Тривалість існування архівного документа на паперовій основі багато в чому визначається первісними (початковими) властивостями матеріалів, з яких він зроблений, а також технологією виготовлення. Папір і більшість барвників були складними за своїм хімічним складом і структурою матеріалів. Знаючи деякі показники паперу і барвників, можна прогнозувати тривалість збереження виготовленого з них документа. Хімічна обробка первинних напівфабрикатів, якої вони зазнають у процесі виготовлення паперу, хоча і поліпшує деякі їх властивості, водночас зменшує природну міцність целюлозних волокон. Для архівних документів

найважливішими є показники: механічна міцність у кПа, товщина в міліметрах, маса одного м² у грамах, щільність паперу в г/см³, його кислотність в одиницях рН. Найважливішим критерієм якісного зберігання документів є збереженість тексту, його часових параметрів, що визначається умовами зберігання, характером та якістю матеріалів, які використовувались для його нанесення. Основними матеріалами для нанесення тексту є туш, чорнило, стрічки друкарських машинок, штемпельні й друкарські фарби, олівці. Туш, або вугільне чорнило, є суспензією дрібнодисперсної (лампової) сажі в олії, смолі або клею. Оскільки сажа (вуглець) стійка до дії світла, води і повітря, це обумовлює стабільність туші у часі. Тушшю писали пензликом. Тепер туш виготовляють із сажі, яку одержують під час спалювання нафти, дерева, мастил. Клей замінили на спирторозчинні або водорозчинні смоли. Для виробництва кольорової туші використовують мінеральні або органічні барвники. Для написання тексту рукописів із появою паперу виникла необхідність заміни густого вугільного чорнила (туші) рідшим, щоб можна було писати пером. Існують залізоголові, алізаринові, кампешеві, анілінові види чорнила. Через велику кількість кислоти залізоголове чорнило мало велику кислотність, що згубно впливало на папір, а з появою металевих пер стало причиною їхньої корозії. У середині XIX ст. до складу залізоголового чорнила почали добавляти забарвлюючі речовини – суміш природних рослинних барвників: алізарину та індіго. Текст, нанесений таким чорнилом, дуже світлостійкий і добре зв'язується з папером. Тому впродовж тривалого часу для написання цінних документів використовували алізаринове чорнило. Основу кампешового чорнила складав сік тропічного кампешового дерева, який під час сполучення з різними хімічними речовинами утворює рідини різного забарвлення. Наприкінці XIX ст. дорогі природні барвники у чорнилі почали замінювати синтетичними, які відрізнялися високими забарвлюючими властивостями, різноманітністю кольорових відтінків, дешевизною. На їхній основі винайшли анілінове чорнило, що має ряд переваг порівняно з залізоголовим, алізариновим і кампешевим. Воно легко стікає з пера, не викликає корозії металевих пер, довго зберігається. В архівах зберігаються документи з текстом і помітками, зробленими олівцем. Збереження таких текстів багато в чому залежить від довговічності пігментів у олівцевій масі. Чорнографітні олівці почали виготовляти наприкінці XVIII ст. Стрижні цих олівців складаються із суміші графіту і глини. Найбільш світло- і хімічностійкими є тексти, виконані чорнографітними олівцями. Проте водночас такі тексти страждають від механічної дії через слабкий зв'язок графітної маси з папером. Перші машинописні документи належать до кінця XIX – початку XX ст. Багато цінних документів збереглося

лише в машинному вигляді і кількість їх продовжує зростати, тому для зберігання таких документів необхідними стають додаткові превентивні заходи. В архівах зберігаються як перші примірники, так і копії, отримані з використанням копіювального паперу. Міцність і світлостійкість перших примірників машинописного тексту залежать від якості складових речовин маси, якими просочена стрічка. Існує багато типів стрічок, які різняться за кольором і призначенням. Найстійкішими до дії світла, температури, вологи, кисню повітря є чорні тексти, найменш стійкі – фіолетові і зелені. Примірники, отримані за допомогою копіювального паперу, зберігаються гірше. Штемпельні фарби застосовуються для нанесення на документи перемінних реквізитів (дата надходження, вхідний та реєстраційний номери). Основну частину штемпельної фарби складають синтетичні органічні барвники, що обумовлює їх недовговічність.

Серед різноманітних документів, які входять до складу архівних фондів, значну кількість складають комплекти фотодокументів, які потребують особливої уваги до їх зберігання. Фотодокумент – документ, що містить зображувальну інформацію, зафіксовану фотографічним способом. Фотографії можна розглядати як особливий аркушевий документ зі специфічним носієм інформації, яким є емульсійне покриття з проявленням і зафіксованим на ньому зображенням. В архівах зберігаються негативи фотодокументів, а за їх відсутності – позитиви на правах оригіналів. У перші роки розвитку фотографії основою було скло. Воно застосовується й дотепер у тих випадках, коли від фотодокументів вимагається винятково висока стійкість зображення в часі, зокрема в астрономії, у спектроскопії. Існують фотодокументи, виготовлені на листах целулоїду. Нині негативи виготовляють на триацетатній плівці, хімічна природа якої є аналогічною природі кіноплівки.

Отже дотримання та виконання усього комплексу заходів превентивної та перспективної консервації, що націлені на мінімізацію темпів природного старіння архівних документів, є запорукою їх довготривалого зберігання.

У НБУВ багатомільйонний фонд типологічно розподіляється на фонди загального зберігання та історико-культурні фонди. В основу розподілу фондів на загальні та історико-культурні було закладено принципи колекційності і ретроспективності фонду; функціональності як об'єкта історичних кодикознавчих і міждисциплінарних досліджень; музейно-архівних форм зберігання та створення спеціального науково-довідкового апарату.

Певний виняток склали фонди рукописів, що мали статус особливо цінних фондів НБУВ і окрему від загальних фондів облікову та організаційну систему, яка була близькою до архівної та музейної форм зберіган-

ня. Стародруки та рідкісні видання набули значення класичної колекції бібліотечного типу, а рукописні фонди – колекцій архівного типу.

Історико-культурні фонди НБУВ – ретроспективні, цілісно організовані за принципом історичного походження фонди, що склалися у результаті цілеспрямованої органічної діяльності створювача фонду, або фонди штучного походження, сформовані за колекційним принципом. Вони складаються з книжкових, газетних, рукописних, ілюстративних та інших матеріалів бібліотечного профілю комплектування й організовані в зібрання, колекції, фонди за принципом «збирання» на відміну від «комплектування».

Бібліотечні зібрання, історичні колекції, меморіальні універсальні бібліотеки (меморіальні фонди), комплексні бібліотечні зібрання, книжкові зібрання, рукописні та архівні зібрання і є головними об'єктами реалізації такого напрямку діяльності НБУВ як забезпечення їх збереження. У рамках цього напрямку стратегічними складовими є:

- постійний моніторинг історико-культурних фондів, що включає науково-прикладні обстеження фахівцями-консерваторами; розробку та реалізацію адресних рекомендацій для забезпечення збереження особливо цінних, рідкісних документів – рукописів, стародруків, рідкісних видань; контроль за виконанням цих рекомендацій;
- моніторинг умов зберігання для підтримання нормативних режимів (температурно-вологісного, світлового, санітарно-гігієнічного);
- своєчасне проведення консерваційних заходів (превентивні заходи, ретроспективна та перспективна консервація), реставрація;
- підготовка (реставрація аркушів документів, стабілізація матеріальних носіїв тощо) цих документів та встановлення першочерговості оцифрування з урахуванням їх історичної значущості та фактичного фізичного стану.

Для фондів у напрямку гарантування біологічної безпеки важливим є визначення мікробіологічного стану повітря сховищ та конструктивних складових документів, а також таксономічної характеристики виділених з повітря сховищ мікроміцетів.

Усі викладені заходи націлені на мінімізацію темпів природного старіння матеріальної основи особливо цінних документів НБУВ шляхом підтримання, удосконалення, оптимізації режимів зберігання фондів та реалізації стабілізаційного комплексу, що включає реставрацію, нейтралізацію, дезінфекцію, дезінсекцію, фазову консервацію.

РОЗДІЛ 3

БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОСОБЛИВО ЦІННИХ БІБЛІОТЕЧНИХ ФОНДІВ НБУВ

Однією з найважливіших складових біологічної безпеки бібліотеки є мікологічний моніторинг приміщень і фондів, як один із основних компонентів системи належного зберігання особливо цінних документів. Дослідження грибостійкості різних матеріалів є актуальним завданням, що стоїть на сьогодні перед вченими-мікологами. Адже відомо, що спори мікроміцетів завжди перебувають у повітрі навколишнього середовища, а в приміщеннях їх вміст може коливатись від кількох десятків до кількох тисяч колонієутворювальних одиниць (далі – КУО) мікроскопічних грибів у одному метрі кубічному. Як відомо, для приміщень бібліотек рекомендованою гранично допустимою нормою є забруднення повітря не більше 500 КУО в одному кубічному метрі. Таким чином, спори мікроміцетів, постійно перебуваючи в повітрі приміщень, де зберігаються фонди, здатні потрапляти на матеріальну основу документів. Гриби – фізіологічно варіабельна і активна група мікроорганізмів. Мікроміцети, завдяки своїм надзвичайно лабільним біохімічним властивостям, здатні пристосовуватись до несприятливих умов навколишнього середовища, низької вологості субстрату (8–10%), та використовувати в якості джерел живлення важкодоступні субстрати – матеріали техногенного походження. Також, завдяки міцеліальній будові грибів, що збільшує величину відношення поверхні гіф до їх об'єму, забезпечується високий ступінь контакту міцелію з субстратом. Завдяки здатності продукувати високоактивні позаклітинні ферменти, що здійснюють хімічні перетворення складних субстратів, часто недоступних або малодоступних для інших мікроорганізмів, мікроміцети здатні вражувати широкий спектр різноманітних матеріалів. Хімічні зміни, що є результатом дії мікроміцетів на матеріал, характеризуються процесами окиснення, відновлення, гідролізу, етерифікації тощо. Грибами продукується ціла низка активних ферментних комплексів різного складу, зокрема протеїнази, ліази, трансферази, ліпази, ізомерази, лігази, комплекс целюлаз тощо. Мікологами встановлено, що для розповсюджених у повітрі видів мікроміцетів родів *Aspergillus*, *Penicillium* характерні активності позаклітинні пероксидазна і фенолоксидазна, що зумовлює їх здатність до активного руйнування матеріалів техногенного

походження. Поряд з цим, значним фактором, що пришвидшує біодеструкцію, є синтез мікроміцетами органічних кислот. Зокрема, гриби можуть накопичувати значні кількості щавлевої та лимонної кислот, також вони здатні до біосинтезу цілої низки інших органічних кислот: яблучної, бурштинової, молочної, глюконової, маленової тощо. Руйнування матеріалів відбувається не лише за рахунок грибних метаболітів, але й за впливу механічної дії апікальних клітин гіф, що мають високий осмотичний тиск. Так, мікроміцети, що проникли у мікротріщини і пори матеріалу, спричинюють їх розширення і руйнування. Грибний міцелій також здатен затримувати на поверхні ураженого ним субстрату пил та бруд, які можуть бути додатковим джерелом для живлення мікроміцетів. Таким чином, фонди, пошкоджені мікроскопічними грибами, не тільки втрачають свою привабливість і придатність для використання, але становлять небезпеку для користувачів бібліотечних документів. Більшість мікроскопічних грибів здатні спричиняти у людей алергічні реакції, захворювання дихальних шляхів, ураження шкіри, а також мікотоксикози – гострі та хронічні отруєння мікотоксинами.

З огляду на небезпечність мікологічного ураження для цінних бібліотечних фондів особливої уваги заслуговують такі аспекти: висока швидкість розповсюдження мікологічного ураження та інтенсивне зростання спровокованих руйнівних біохімічних процесів на уражених грибами об'єктах, а також надзвичайна різноманітність фізіологічних властивостей мікодеструкторів, їхня здатність утворювати специфічні взаємодіючі асоціації й адаптація до функціонування в екстремальних умовах. З метою гарантування мікологічної безпеки для особливо цінних фондів, працівників бібліотеки та користувачів важливими є вивчення грибостійкості матеріальних носіїв інформації – насамперед паперу (його різних видів) як найбільш поширеного носія, а також оцінювання ефективності його антифунгального оброблення за умови мікробіологічного ураження. В рамках цього напрямку науково-дослідної роботи важливим є також дослідження матеріалів, що використовуються для виробництва та реставрації книжок і оцінювання ефективності їх антифунгального оброблення найбільш перспективними фунгіцидними засобами, активними саме щодо найактивніших видів мікроміцетів.

3.1. Дослідження грибостійкості різних видів паперу та оцінювання ефективності їх антифунгального оброблення

Мікроскопічні гриби широко розповсюджені у доквіллі. Потрапляючи з потоками повітря у приміщення бібліотеки, спори та фрагменти міцелію мікроміцетів осідають на поверхнях сховища – стелажах, полицях,

стінах, документах. За рахунок підвищеної відносної вологості повітря (далі – ВВП) та вологовмісту субстрату, а також наявності поживних речовини у папері, клеї, фарбі та інших елементах книг, відбувається розвиток мікроскопічних грибів на їх поверхнях¹². Це явище має назву «мікологічне пошкодження» і супроводжується пігментацією та втратою міцнісних характеристик ураженого паперового носія інформації. Наявність колоній мікроміцетів на паперових носіях інформації є неприпустимою, оскільки є небезпечним для персоналу та користувачів бібліотеки, а також призводить до значного пошкодження матеріальної основи документів. З літературних джерел відомо, що більшість мікроскопічних грибів є збудниками інфекційних захворювань та продукують мікотоксини¹³.

Основними передумовами зниження ризику мікологічного ураження паперу є створення у книгосховищах та читальних залах умов, несприятливих для розвитку мікроскопічних грибів (температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$ та ВВП $55 \pm 5\%$). Важливим є також оцінювання грибостійкості паперу, виготовленого за спеціальними технологіями. Убезпечити папір від негативного впливу мікроскопічних грибів можна також шляхом застосування фунгіцидних препаратів, серед яких найбільш уживаними, дешевими та безпечними для людини є похідні полігуанідинів та *n*-гідроксибензойної кислоти¹⁴.

Важливим напрямком наукової роботи було дослідження антифунгальної дії препарату «Валеус Д» на основі похідних полігуанідинів щодо мікроміцетів – типових контамінантів мікобіоти, що пошкоджують матеріальну основу документів, зокрема папір. Матеріалами для дослідження слугували експериментальні зразки чотирьох видів паперу – офсетного, друкарського № 2, газетного, ганчір'яного. Вибір для експерименту цих видів паперу мотивувався тим, що саме ці види паперу досить часто використані у якості матеріальної основи бібліотечних документів. Експериментальні зразки паперу попередньо оброблялися фунгіцидом «Валеус Д» (у концентраціях 0,25%; 0,5% та 1,0%). Для порівняння контрольні зразки паперу не піддавалися фунгіцидному обробленню. Як відомо, фун-

¹² Pinheiro A. C., Sequeira S. Mycological studies in cultural heritage. *Encyclopedia of Mycology*. 2021. No. 2. P. 27–39. Pinzari F., Pasquariello G., DeMico A. Biodeterioration of Paper: A SEM Study of Fungal Spoilage Reproduced Under Controlled Conditions. *Macromol. Symp.* 2006. Vol. 238. P. 57–66.

¹³ Cole R. J., Schweikert M. A. Handbook of secondary fungal metabolites. London. New York. Oxford. Paris: *Academic Press*. 2003. 1005 p.

¹⁴ Соломатов В. И. Биологическое сопротивление материалов. Саранск : Изд-во Мордавского университета, 2001. 193 с. Fabbri A. A., Ricelli A., Brasini S. Effect of Different Antifungals on the Control of Paper Biodeterioration Caused by Fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 1997. Vol. 39. No. 1. P. 61–65.

гіцид «Валеус Д» є сумішшю гідрохлориду та фосфату полігексаметилен-гуанідину, характеризується широким спектром протигрибкової дії та належить до сполук 4 класу небезпечності для людини (малонебезпечна).

Як тест-культури використовували мікроскопічні гриби, що, за літературними джерелами, є активними деструкторами паперу та типовими видами мікобіоти книгосховищ бібліотек у країнах з помірним кліматом – *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Aspergillus niger* Tiegh, *Trichoderma viride* Pers.

Для проведення експерименту культивування мікроміцетів та приготування спорової суспензії здійснювалося відповідно до стандартної методики¹⁵. Отримана суспензія у концентрації 1×10^6 конідій/мл у кількості 1 мл вносилося на поверхню стерильної чашки Петрі, після чого додавалося 20 мл агаризованого середовища Чапека-Докса без сахарози, попередньо розплавленого та охолодженого до 45 °С. Після застигання середовища фрагменти зразків паперу, що досліджувалися, розміром 5×5 см поміщалися на його поверхню та інкубувалися за температури 29±2 °С упродовж 14 діб.

Оцінювання ефективності антифунгального оброблення дослідних зразків паперу здійснювалося на 7-му та 14-ту добу експерименту шляхом вимірювання зони затримки росту мікроскопічних грибів по периметру зразків. Грибостійкість зразків паперу оцінювалася за 6 бальною шкалою згідно з вимогами відповідного стандарту, наведеними у табл. 3.1¹⁶.

Таблиця 3.1

Шкала визначення грибостійкості

Оцінка, бали	Характеристика відповідного балу
1	2
0	Під мікроскопом проростання конідій не виявлено
1	Під мікроскопом видно пророслі конідії та не надто розвинений міцелій

¹⁵ Циганенко К. С., Зайченко О. М. Антибіотичні властивості деяких видів роду *Aspergillus* Mich. *Мікробіологічний журнал*. 2004. № 66. С. 56–61. Чуєнко А. І., Іванова А. Г., Олішевська С. В. та ін. Ураження суцільнолитих гумових шин мікроскопічними грибами. *Мікробіологічний журнал*. 2010. № 72. С. 36–42.

¹⁶ Macris B J. Production and Characterization of Cellulase and β -Glucosidase from a Mutant of *Alternaria alternata*. *Applied and Environmental Microbiology*. 1984. Vol. 47. No. 3. P. 560–565.

Закінчення табл. 3.1

1	2
2	Під мікроскопом видно розвинений міцелій, можливе спороношення
3	Міцелій та/або спороношення ледь видно неозброєним оком, однак чітко видно під мікроскопом
4	Неозброєним оком чітко видно розвиток грибів, які вкривають менше 25% поверхні, що досліджується
5	Неозброєним оком чітко видно розвиток грибів, які вкривають більше 25% поверхні, що досліджується

Для отримання достовірної інформації всі дослідження в умовах експерименту проводилися в трикратній повторності.

Зразки паперу, що були оброблені зазначеним фунгіцидом, характеризувалися значними антифунгальними властивостями та підвищеною грибостійкістю порівняно з контрольними зразками. Про це свідчать результати експериментів, наведені у табл. 3.2–3.4.

Отже, найбільш стійкими до впливу мікроскопічного гриба *A. tenuissima* виявилися всі зразки паперу, що були оброблені 0,5% розчином дезінфектанту «Валеус Д» – вони зберігали фунгіцидні властивості упродовж 14 діб. Папір, оброблений цим дезінфектантом у концентрації 0,25 та 1% мав фунгістатичний ефект, який повністю зникав на 14-ту добу експерименту.

Таблиця 3.2

Антифунгальні властивості та стійкість зразків паперу до впливу мікроскопічного гриба *Alternaria tenuissima*

Вид паперу	Концентрація фунгіциду, %	Зона затримки росту, мм		Грибостійкість, бал	
		7 доба	14 доба	7 доба	14 доба
1	2	3	4	5	6
Офсетний	Валеус Д (0,25)	14±3	13±2	0	4
	Валеус Д (0,5)	22±2	21±1	0	0
	Валеус Д (1,0)	14±2	0	0	4
	Контроль (без оброблення)	0	0	4	5

Закінчення табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
Друкарський № 2	Валеус Д (0,25)	5±1	0	0	4
	Валеус Д (0,5)	10±3	10±3	0	0
	Валеус Д (1,0)	0	0	4	4
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5
Газетний	Валеус Д (0,25)	0	0	0	0
	Валеус Д (0,5)	16±1	16±1	0	0
	Валеус Д (1,0)	0	0	0	0
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5
Ганчір'яний	Валеус Д (0,25)	12±1	0	0	4
	Валеус Д (0,5)	0	0	0	0
	Валеус Д (1,0)	0	0	0	4
	Контроль (без оброблення)	0	0	4	4

Таблиця 3.3

Антифунгальні властивості та стійкість зразків паперу до впливу мікроскопічного гриба *Aspergillus niger*

Вид паперу	Концентрація фунгіциду, %	Зона затримки росту, мм		Грибостійкість, бал	
		7 доба	14 доба	7 доба	14 доба
1	2	3	4	5	6
Офсетний	Валеус Д (0,25)	8±1	0	0	0
	Валеус Д (0,5)	22±2	0	0	4
	Валеус Д (1,0)	0	0	0	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	4	5
Друкарський № 2	Валеус Д (0,25)	0	0	0	4
	Валеус Д (0,5)	4±1	0	0	4
	Валеус Д (1,0)	0	0	5	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5
Газетний	Валеус Д (0,25)	5±1	0	0	4
	Валеус Д (0,5)	3±1	0	0	4

Закінчення табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
Ганчір'яний	Валеус Д (1,0)	0	0	0	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5
	Валеус Д (0,25)	9±1	3±1	0	0
	Валеус Д (0,5)	16±2	9±3	0	0
	Валеус Д (1,0)	0	0	0	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5

За результатами досліджень наведеної таблиці найбільш стійкими до впливу *A. niger* виявилися зразки офсетного паперу, що були оброблені 0,25% розчином препарату «Валеус Д», та зразки ганчір'яного паперу, оброблені у концентраціях 0,25% та 0,5% розчином цієї речовини. Також було встановлено, що фунгістатичний ефект указаних зразків зберігався упродовж 14-ти діб. Слід зауважити, що загальна антифунгальна активність дезінфектанту «Валеус Д» щодо мікроскопічного гриба *A. niger* виявилась дещо нижчою, від дії на мікроскопічний гриб *A. tenuissima*, про це свідчать дещо менші зони затримки росту тест-культури.

Таблиця 3.4

Антифунгальні властивості та стійкість зразків паперу до мікроскопічного гриба *Trichoderma viride*

Вид паперу	Концентрація фунгіциду, %	Зона затримки росту, мм		Грибостійкість, бал	
		7 доба	14 доба	7 доба	14 доба
1	2	3	4	5	6
Офсетний	Валеус Д (0,25)	8±2	8±2	0	0
	Валеус Д (0,5)	22±2	21±1	0	0
	Валеус Д (1)	6±1	5±1	0	0
	Контроль (без оброблення)	0	0	4	5
Друкарський №2	Валеус Д (0,25)	0	0	0	0
	Валеус Д (0,5)	11±1	10±1		0
	Валеус Д (1)	0	0	5	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5
Газетний	Валеус Д (0,25)	9±1	6±1	0	0

Закінчення табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
	Валеус Д (0,5)	13±1	10±3	0	0
	Валеус Д (1)	3±1	0	0	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5
Ганчір'яний	Валеус Д (0,25)	12±1	12±1	0	0
	Валеус Д (0,5)	18±2	18±2	0	0
	Валеус Д (1)	0	0	5	5
	Контроль (без оброблення)	0	0	5	5

Антифунгальна дія щодо мікроскопічного гриба *T. viride* виявлена у зразків офсетного та газетного паперу, обробленого 0,25%; 0,5% та 1% розчинами дезінфектанту «Валеус Д», а також друкарського та ганчір'яного паперу, оброблених 0,25% та 0,5% розчинами цієї речовини. Найбільш ефективним для захисту паперу від пошкодження мікроскопічним грибом *T. viride* було використання дезінфектанту «Валеус Д» у концентрації 0,5%, оскільки його фунгіцидна дія майже не змінювалася упродовж 14-ти діб експерименту, а зони інгібування росту були найбільшими порівняно з іншими концентраціями цього препарату.

Як відомо з літературних джерел, на рівні зі значним рівнем гідролітичної активності тест-культури мікроміцетів, що досліджувались, здатні продукувати цілий ряд мікотоксинів¹⁷ (фумонізін, охратоксин, альтернаріол, альтенуен, тенуазонову кислоту, трихотоксин А, триходермол, триходермін). Ці мікотоксини мають виражену токсичність для організму теплокровних. Так, охратоксин виявляє тератогенну, канцерогенну та нефротоксичну дію, тоді як альтернаріол та тенуазонова кислота мають мутагенну активність¹⁸. Таким чином, мікроскопічні гриби *A. tenuissima*, *A. niger*, *T. viride* окрім пошкодження матеріальної основи паперових носіїв особливо цінних фондів, здатні продукувати токсичні метаболіти небезпечні для людей, що працюють з ураженими документами. За таких обставин мікологічний контроль особливо цінних фондів є важливою запорукою не лише належного та якісного їх зберігання, а й охорони здоров'я працівників та відвідувачів.

¹⁷ Nielsen K. F. Micotoxin production by indoor mold. *Fungal Gen. and Biol.* 2003. Vol. 39. P. 103–117.

¹⁸ Murugesan G. R., Ledoux D. R., Naehrer K. et al. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. No. 6. P. 1298–1315. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev075>.

Похідні полігуанідинів характеризуються широким спектром антифунгальної та антибактеріальної дії, є малотоксичними й проявляють консервуючий ефект завдяки утворенню на поверхні матеріалу полімерної плівки. Цілком можливо, що максимальний консервуючий та антимикробний ефект може бути досягнутий під час одночасного оброблення паперу дезінфектантом «Валеус Д» та фунгіцидом іншого класу, зокрема, похідними *n*-гідроксибензойної кислоти (ніпагін).

Ще одним напрямком наукової роботи було проведення експериментального дослідження грибостійкості трьох видів друкарського паперу щодо тест-культур мікроміцетів-деструкторів *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*. Результати виконаних експериментів наведено в табл. 3.5. Як видно з наведених даних, усі зразки паперу, що досліджувалися, зазнавали максимального рівня ураження уже на 7-му добу експерименту.

Таблиця 3.5

Грибостійкість різних марок друкарського паперу щодо впливу тест-культур мікроміцетів

Марка паперу	Род тест-культури	Грибостійкість, бал			
		7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
Друкарський № 1	<i>Alternaria tenuissima</i>	5	5	5	5
	<i>Aspergillus niger</i>	5	5	5	5
	<i>Trichoderma viride</i>	4	5	5	5
Друкарський № 2	<i>Alternaria tenuissima</i>	5	5	5	5
	<i>Aspergillus niger</i>	5	5	5	5
	<i>Trichoderma viride</i>	5	5	5	5
Друкарський № 3	<i>Alternaria tenuissima</i>	5	5	5	5
	<i>Aspergillus niger</i>	4	5	5	5
	<i>Trichoderma viride</i>	5	5	5	5

В умовах, сприятливих для розвитку мікроскопічних грибів, паперові носії інформації можуть швидко зазнавати значного мікологічного ураження. За результатами експериментів було встановлено, що відмінностей між марками друкарського паперу та швидкістю їх обростання мікроміцетами-деструкторами *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride* не виявлено.

На думку авторів наукового видання, виконана серія досліджень дозволяє стверджувати, що всі досліджені зразки різних видів паперу в умовах, сприятливих для розвитку мікроскопічних грибів, можуть швид-

ко зазнавати значного мікологічного ураження. За результатами експериментів також було встановлено, що використання розчину фунгіциду «Валеус Д» для захисту різних видів паперу від впливу мікроскопічних грибів є ефективним. Зокрема, було відмічено значний фунгіцидний потенціал препарату щодо мікроміцетів, про що свідчили зони затримки росту тест-культур.

Згідно з даними отриманими науковцями НБУВ, усі зразки паперу, оброблені 0,5% розчином дезінфектанту «Валеус Д», характеризуються посиленими фунгіцидними або фунгістатичними властивостями щодо тест-культур *A. tenuissima*, *A. niger* та *T. viride*. З огляду на отримані результати виконаних експериментальних досліджень, не було встановлено достовірної залежності між окремими марками друкарського паперу та швидкістю їх обростання мікроміцетами.

3.2. Дослідження грибостійкості різних видів паперу, що зазнали техногенного навантаження

З метою розширення уявлень про особливості довгострокового зберігання особливо цінних документів на традиційних носіях, що побували в ненормативних умовах, було реалізовано експериментальні дослідження грибостійкості різних видів паперу щодо мікроміцетів – типових контамінантів мікобіоти повітря книгосховищ за умов імітації замокання паперу з подальшим його заморожуванням і висушуванням.

Для досліджень як модельні зразки були вибрані ті види паперу, які використані у якості матеріальної основи переважної кількості документів, що зазнали найбільш екстремального техногенного навантаження – надмірного зволоження, заморожування та висушування. Це ганчір'яний папір XVII–XVIII ст., газетний папір середини XX ст., папір друкарський № 1 середини XX ст. з визначеними фізико-хімічними та капілярно-гігроскопічними властивостями. Модельні зразки піддавалися надмірному зволоженню для імітації замокання під час аварійної ситуації, заморожувалися задля унеможливлення мікологічного ураження через замокання паперу та в подальшому висушувалися. Ця процедура повністю повторювала умови щодо документів, що зберігалися у сховищах НБУВ і у 2002 році зазнали техногенного навантаження через ушкодження водою внаслідок аварійної ситуації.

Для чистоти експерименту контрольні зразки паперу не піддавалися жодному обробленню. Як тест-культури використовувалися мікроскопічні гриби, що є, за отриманими фахівцями НБУВ даними впровадженого моніторингу мікробіологічного стану повітря у весняно-літній та осінньо-зимовий періоди приміщень бібліотек, типовими представниками

повітря книгосховищ – *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium cladosporioides* та *C. sphaerospermum*¹⁹.

Культитивування мікроміцетів та приготування спорової суспензії проводилося відповідно до стандартної методики. Отриману суспензію у концентрації 1×10^6 конідій/мл у кількості 1 мл вносили на поверхню зразків паперу розміром 5×5 см, які були поміщені у чашки Петрі. Далі чашки поміщалися у ексикатори та інкубувалися у термостатах упродовж 28 діб. Оцінювання ефективності антифунгального оброблення паперу здійснювалося на третю, сьому, чотирнадцяту та двадцять восьму добу експерименту шляхом заміру зони росту грибів по периметру зразків. Грибостійкість зразків оцінювалася за 6-бальною шкалою згідно наведеної таблиці відповідного стандарту.

За результатами досліджень з моделювання пошкодження документів мікроміцетами в умовах екстремального техногенного навантаження – надмірного зволоження, заморожування та висушування були отримані нетривіальні дані як щодо фізико-хімічних властивостей експериментальних зразків зазначених видів паперу, так і щодо їх грибостійкості. Зокрема, дослідження показали, що контрольні зразки (без жодного оброблення) паперу зазнавали досить швидкого ураження тест-культурами мікроміцетів (табл. 3.6).

До речі, за кімнатної температури вже на сьому добу експерименту у випадку вологого контролю бал ураження зразків ганчір'яного паперу дорівнював 3 бали. Слід зауважити, що вологий контроль цього виду папе-

Таблиця 3.6

Грибостійкість паперу за волого контролю (кімнатна температура)

Вид паперу	Умови оброблення	№ повт.	3 доба		7 доба		Бал грибостійкості	
			Бал	Види	Бал	Види	14 доба	28 доба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ганчір'яний	Без оброблення	1	0	–	3	<i>Trichoderma</i> sp., <i>A. niger</i>	5	5
		2	0	–	3	<i>Alternaria tenuissima</i> , <i>Trichoderma</i> sp., <i>A. niger</i>	5	5

¹⁹ Чуєнко А. І., Письменна Ю. Б., Савчук Я. І. та ін. Мікроскопічні гриби у повітрі бібліотек наукових установ м. Києва. *Мікробіол. журн.* 2020. Т. 82. № 4. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.04.063>.

Закінчення табл. 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		3	0	—	4	<i>A. tenuissima</i> , <i>Trichoderma</i> sp., <i>A. niger</i> , <i>Rhizopus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	5	5
	Заморожування	1	0	—	2	—	4	5
		2	0	—	2	—	4	5
		3	0	—	2	—	4	5
	Заморожування та висушування	1	0	—	0	—	3	4
		2	0	—	0	—	3	5
		3	0	—	0	—	3	5
Газетний	Без оброблення	1	0	—	0	—	1	1
		2	0	—	1	—	2	2
		3	0	—	0	—	1	1
	Заморожування	1	0	—	0	—	1	1
		2	0	—	0	—	2	2
		3	0	—	0	—	1	1
	Заморожування та висушування	1	0	—	1	—	3	3
		2	0	—	0	—	2	3
		3	0	—	1	—	3	3
Друкарський	Без оброблення	1	0	—	0	—	0	3
		2	0	—	0	—	0	0
		3	0	—	0	—	0	0
	Заморожування	1	0	—	0	—	0	3
		2	0	—	0	—	0	0
		3	0	—	0	—	0	4
	Заморожування та висушування	1	0	—	0	—	0	0
		2	0	—	0	—	0	0
		3	0	—	0	—	0	3

ру, що піддавався заморожуванню був менш уражений мікроскопічними грибами, оскільки бал грибостійкості відповідав 2 бали. Поряд з цим, у випадку комбінації методів заморожування та висушування папір виявив грибостійкі властивості, відповідно бал грибостійкості дорівнював 0 балів. Однак, на чотирнадцяту добу досліду спостерігалось значне ураження мікроміцетами всіх вказаних зразків. Так, бал ураження контролю став максимальним і дорівнював 5 балів. Також у досліді із заморожування та висушування зразки ганчір'яного паперу на чотирнадцяту добу знизили свій бал грибостійкості з «0» до «3» балів. На закінчення експерименту (28-му добу) рівень ураження мікроміцетами майже усіх зразків ган-

чір'яного паперу став максимальним – «5» балів. Інші два види паперу в порівнянні з ганчір'яним виявились більш стійкими у вологому контролі. Так, на сьому добу експерименту були лише деякі зразки, що мали бал ураження «1». Таким чином, грибостійкість ганчір'яного паперу значно поступається грибостійкості друкарського та газетного паперів. Однак, на чотирнадцяту добу експерименту газетний папір у всіх варіантах дослідів зазнавав видимого ураження мікроміцетами з балами грибостійкості в межах «1–3». Разом з тим друкарський папір виявлявся найбільш грибостійким. І лише на закінчення досліду (28-му добу) деякі зразки друкарського паперу у вологому контролі зазнавали ураження мікроміцетами. Слід зауважити, що бал ураження газетного паперу на двадцять восьму добу майже не відрізнявся від такого на чотирнадцяту добу досліду. Підсумовуючи викладене треба додати, що за вологого контролю за вищої температури (29 °C) спостерігалися аналогічні залежності грибостійкості модельних зразків паперів як у досліді за кімнатної температури (табл. 3.7). Так, ганчір'яний папір уражувався найпершим, і, що характерно, вже на сьому добу досліду бал ураження грибами досягав максимального значення. Така тенденція до збільшення ураженості мікроміцетами газетного та друкарського паперу теж зберігалась. Таким чином, з викладеного можна зробити висновок про те, що найменш грибостійким папером є ганчір'яний папір, а на швидкість контамінації мікроміцетами дослідних зразків паперу впливає підвищення температури.

Водночас експозиція досліду з обробленням суспензією тест-культур мікроміцетів фрагментів паперу показала, що для цих зразків також зберігаються ті ж тенденції, які були зафіксовані для вологого контролю (табл. 3.8).

Таблиця 3.7

Грибостійкість паперу за волого контролю (температура 29±2°C)

Вид паперу	Умови оброблення	№ повт.	3 доба		7 доба		Бал грибостійкості	
			Бал	Види	Бал	Види	14 доба	28 доба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ганчір'яний	Без оброблення	1	3	<i>Trichoderma</i> sp.	5	<i>C. clado-sporioides</i> , <i>C. sphaero-spermum</i> , <i>A. flavus</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5

Закінчення табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2	3	<i>A. niger</i> , <i>Penicillium</i> <i>sp.</i>	4	<i>C. cladospo</i> <i>rioides</i> , <i>C. sphaero</i> <i>spermum</i> , <i>Tricho</i> <i>derma sp.</i>	5	5
		3	3	<i>Tricho</i> <i>derma sp.</i>	5		5	5
		1	0	–	5		5	5
	Заморожування	2	0	–	5		4	5
		3	0	–	4	<i>C. sphaero</i> <i>spermum</i>	5	5
		1	0	–	4		4	5
	Заморожування та висушування	2	0	–	4	<i>C. sphaero</i> <i>spermum</i> , <i>Tricho</i> <i>derma sp.</i>	3	4
		3	0	–	4		3	4
Газетний	Без оброблення	1	0	–	3	<i>Tricho</i> <i>derma sp.</i>	3	4
		2	0	–	3	<i>Tricho</i> <i>derma sp.</i> , <i>Penicillium</i> <i>sp.</i>	4	4
		3	0	–	1	–	3	4
	Заморожування	1	0	–	2	–	2	2
		2	0	–	2	–	0	0
		3	0	–	2	–	0	0
	Заморожування та висушування	1	0	–	2	–	2	3
		2	0	–	2	–	0	0
		3	0	–	0	–	3	3
Друккарський	Без оброблення	1	0	–	0	–	3	3
		2	0	–	0	–	0	3
		3	0	–	0	–	0	3
	Заморожування	1	0	–	0	–	0	3
		2	0	–	0	–	0	3
		3	0	–	0	–	0	3
	Заморожування та висушування	1	0	–	0	–	4	5
		2	0	–	0	–	0	5
		3	0	–	0	–	0	4

Однак, у цьому випадку слід зауважити, що попри росту на зразках паперів використаних тест-культур (*Alternaria tenuissima*, *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum*), відбувався розвиток і сторонньої мікобіоти. Зокрема, нова мікобіота була представлена видами: *A. flavus*, *A. niger*, *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp, що приводило до додаткового ураження дослідних зразків паперу. Це є додатковим свідченням того, що мікобіота, яка знаходиться на документі під час його зберігання, в разі потрапляння на неї достатньої кількості вологи буде здатна стати причиною більш значного мікологічного ураження матеріальної частини документа.

Очікувано, що порівняно з вологим контролем, у досліді з обробленням зразків паперу суспензією мікроміцетів, ці зразки дещо більше під-

Таблиця 3.8

Грибостійкість паперу за дії тест-культур мікроміцетів за умови дослідження з оброблення суспензією за кімнатної температури

Вид паперу	Умови оброблення	№ повт.	3 доба		7 доба		Бал грибостійкості	
			Бал	Види	Бал	Види	14 доба	28 доба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ганчір'яний	Без оброблення	1	0	—	5	<i>C. cladosporioides</i> , <i>C. sphaerospermum</i> ,	5	5
		2	0	—	4	<i>A. flavus</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5
		3	0	—	5		5	5
	Заморожування	1	0	—	5		5	5
		2	0	—	5		5	5
		3	0	—	4	<i>C. sphaerospermum</i>	5	5
	Заморожування + висушування	1	0	—	4		5	5
		2	0	—	4	<i>C. sphaerospermum</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5
		3	0	—	4		5	5
Газетний	Без броблення	1	0	—	3	<i>Trichoderma</i> sp.	3	5
		2	0	—	3	<i>Trichoderma</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	3	5
		3	0	—	1	—	3	5
	Заморожування	1	0	—	2	—	3	3
		2	0	—	2	—	3	3
		3	0	—	2	—	3	3
	Заморожування + висушування	1	0	—	2	—	3	3
		2	0	—	2	—	3	3
		3	0	—	0	—	3	4

Закінчення табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Друкарський	Без оброблення	1	0	—	0	—	0	3
		2	0	—	0	—	0	3
		3	0	—	0	—	0	3
	Заморожування	1	0	—	0	—	0	3
		2	0	—	0	—	0	3
		3	0	—	0	—	3	3
	Заморожування + висушування	1	0	—	0	—	0	3
		2	0	—	0	—	0	3
		3	0	—	0	—	0	3

давалися ураженню. Так, уже на сьому добу експерименту зразки ганчір'яного паперу зазнавали майже повного ураження і бал грибостійкості відповідав «5». Однак, винятком стали зразки, що піддавалися комбінованому обробленню (заморожування та висушування), вони характеризувалися балом ураження «4». Це може свідчити про те, що таке оброблення дещо підвищує грибостійкість паперу. Слід додати, що найбільш стійким до ураження мікроміцетами виявився друкарський папір, який лише на двадцять восьму добу досліду зазнавав ураження з балом грибостійкості «3». Водночас зразки газетного паперу піддавалися ураженню вже на чотирнадцяту добу досліду.

За результатами виконаних експериментів виявилось, що найбільш згубним для дослідних зразків паперу виявився варіант за підвищеної температури (табл. 3.9). Так, вже на третю добу дослідження спостерігалось ураження ганчір'яного паперу, що відповідало балу «3» за шкалою грибостійкості. Однак, слід підкреслити, що за аналогічних умов експозиція заморожування+висушування значно підвищувала грибостійкість ганчір'яного паперу, тож папір упродовж зазначеної тривалості експерименту не уражувався. Проте, вже на сьому добу досліду бал ураження в усіх зразках ганчір'яного паперу сягав максимального значення. Разом з тим, більш швидкого ураження зазнавали зразки двох інших видів паперу. Так, на сьому добу досліду всі зразки газетного та друкарського паперу характеризувались балом ураження «3». На чотирнадцяту добу досліду газетний папір зазнавав найбільшого рівня ураження – «4» бали. Слід ще відмітити, що зразки цього виду паперу у варіантах «заморожування» та «заморожування та висушування» характеризувалися балом ураження «3» на відміну від контрольних зразків, які піддавалися більшому ураженню відповідно з балом грибостійкості «4».

Таблиця 3.9

**Грибостійкість паперу за дії тест-культур мікроміцетів
(температура 29±2°C)**

Вид паперу	Умови оброблення	№ повт.	3 доба		7 доба		Бал грибостійкості	
			Бал	Види	Бал	Види	14 доба	28 доба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ганчір'яний	Без оброблення	1	3	<i>Trichoderma</i> sp., <i>A. niger</i>	5	<i>A. tenuissima</i> , <i>C. clado-</i> <i>sporoides</i> ,	5	5
		2	3	<i>Trichoderma</i> sp.	5	<i>Trichoderma</i> sp.	5	5
		3	3		5		5	5
	Заморожування	1	3	—	5	<i>A. niger</i> , <i>C. clado-</i> <i>sporoides</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5
		2	2		5	<i>C. clado-</i> <i>sporoides</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5
		3	3	<i>Trichoderma</i> sp., <i>A. niger</i>	5	<i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>C. clado</i>	5	5
		1	0	—	3	<i>sporoides</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5
		2	0	—	3	<i>C. clado</i> <i>sporoides</i> , <i>C. sphaero-</i> <i>spermum</i> , <i>A. tenuissi-</i> <i>ma</i> , <i>Tri-</i> <i>choderma</i> sp.	5	5
		3	0	—	3	<i>A. niger</i> , <i>C. clado-</i> <i>sporoides</i> , <i>C. sphaero-</i> <i>spermum</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	5	5
	Заморожування + висушування	1	0	—	3	—	—	—
		2	0	—	3	—	—	—
	Заморожування + висушування	1	0	—	3	—	—	—
		2	0	—	3	—	—	—

Закінчення табл. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Газет-ний	Без оброблення	1	0	—	3	<i>Trichoderma sp.</i>	4	4
		2	0	—	3	<i>A. niger,</i> <i>C. sphaero</i> <i>spermum,</i> <i>Tricho-</i> <i>derma sp.</i>	4	4
		3	0	—	3		4	4
	Заморожування	1	0	—	3	<i>C. sphaero</i> <i>spermum,</i> <i>Tricho-</i> <i>derma sp.</i>	3	3
		2	0	—	3		4	4
		3	0	—	3		3	3
	Заморожування та висушування	1	0	—	3		3	3
		2	0	—	3		3	3
		3	0	—	3		3	3
Друкарський	Без оброблення	1	0	—	0	—	3	3
		2	0	—	0	—	3	3
		3	0	—	0	—	3	3
	Заморожування	1	0	—	3	<i>A. niger</i>	4	4
		2	0	—	3	<i>C. sphaero</i> <i>spermum</i>	3	3
		3	0	—	3		3	3
	Заморожування та висушування	1	0	—	3		4	4
		2	0	—	3		4	4
		3	0	—	3		4	4

Насамкінець слід додати, що досліджені види паперу у варіантах дослідів «заморожування» та «заморожування+висушування» неочікувано дещо збільшили свою грибостійкість у порівнянні з контрольними зразками. Однак, авторами публікації встановлено, що такі навантаження на папір призводять до зниження деяких фізико-механічних характеристик матеріалу, зокрема, міцності на злам та руйнівного зусилля²⁰. Отже, за результатами виконаних експериментальних досліджень можна зробити висновок про те, що дія такої методики усунення наслідків замочання фондів на паперових носіях не є однозначною: з одного боку вона дещо підвищує грибостійкість матеріальної основи документів, а з іншого – знижує механічні характеристики паперу. Проте, треба підкреслити, що ця

²⁰ Затока Л. П., Остапенко А. А. Особливості зберігання документів на традиційних носіях, що зазнали техногенного навантаження. *Рукописна та книжкова спадщина України*. 2020. Вип. 26. С. 391–402.

процедура була виконана вимушено, з огляду на той стан фондів, в якому вони опинились після надмірного зволоження через аварію тепломережі, і ця ситуація вимагала негайних дій для недопущення мікробіологічного ураження значного масиву документів.

Аналіз отриманих результатів виконаних експериментів дозволяє дослідникам стверджувати, що ганчір'яний папір серед досліджених є найменш грибостійким, адже зазнавав ураження уже на сьому добу досліді (за кімнатної температури) та на третю добу (за температури 29°C). Отже, в разі виникнення аварійної ситуації з надмірним зволоженням особливо цінних фондів, матеріальною основою яких є ганчір'яний папір, ці документи потребуватимуть, порівняно з іншими, першочергових заходів для їх збереження.

Проведене дослідження дозволило встановити, що температурний фактор значно впливає на ступінь ураження паперу мікроміцетами. Тому у теплу пору року слід відразу і оперативно реагувати на виникнення ситуації, за якої відбувається надмірне зволоження особливо цінних фондів на паперових носіях і ні за яких обставин не допускати це явище більше семи діб. Важливо зазначити, що оброблення паперу після замокання у вигляді «заморожування» та «заморожування+висушування» дещо підвищує його грибостійкість, що показано у досліді з ганчір'яним та газетним папером. Суттєве значення має те, що папір має свою мікобіоту, яка може стати причиною його контамінації у разі потрапляння на паперову основу документа вологи. Тому фахівцям-консерваторам та зберігачам фондів слід постійно брати до уваги рівень запиленості сховищ і документів, а також вчасно проводити періодичний моніторинг мікробіологічного стану повітря приміщень НБУВ. За результатами виконаних експериментальних досліджень можна зробити ще один важливий висновок про те, що реалізована співробітниками НБУВ у 2002 році схема подолання наслідків аварійної ситуації (консервація замочених фондів заморожуванням з подальшим їх висушуванням) виявилася вірною і дозволила зменшити ступінь мікологічного ураження особливо цінних фондів на декілька порядків. У поставарійний період здійснювався увесь необхідний комплекс операцій з повернення книг до їх первозданного вигляду. Для книжкових фондів, що зазнали техногенного навантаження з тих чи інших причин, це виключно як окремі операції, так і весь технологічний комплекс робіт, що включає реставрацію паперових аркушів, виготовлення оправи або її реконструкцію, створення читацьких електронних копій, моніторинг мікробіологічного стану повітря та документів, а також підтримання нормативних режимів зберігання фондів.

3.3. Грибостійкість матеріалів, що використовуються для виробництва та реставрації цінних бібліотечних документів і оцінювання ефективності їх антифунгального оброблення

Мікроскопічні гриби відомі як деструктори багатьох технічних матеріалів: гуми, пластмас, будівельних матеріалів тощо. Досить гостро проблема мікологічного пошкодження фондів, насамперед особливо цінних, постає перед бібліотеками. Адже, за рахунок підвищеної відносної вологості повітря та вологовмісту субстрату, а також завдяки наявності поживних речовини у папері, клеї, фарбі та інших елементах книг, відбувається розвиток мікроскопічних грибів на їх поверхні.

Наші попередні дослідження показали, що без додаткового оброблення фунгіцидним засобом різні види паперу здатні швидко зазнавати ураження мікроміцетами²¹. Водночас, крім різних видів паперу, для виготовлення книжок використовуються й інші матеріали, що теж можуть зазнавати ураження мікроміцетами, а їх грибостійкі властивості не достатньо вивчені. Для отримання достовірної інформації з цього питання було здійснено серію досліджень з вивчення грибостійкості деяких матеріалів, що використовуються виготовлення друкованих джерел інформації, а також оцінювання ефективності їх антифунгального оброблення 0,5% розчином фунгіциду «Валеус Д».

Слід акцентувати, що зазначена серія експериментів включала дослідження цілої низки витратних та реставраційних матеріалів, серед яких: картон палітурний, картон хром-ерзац, форзацний папір, коленкор, бумвініл, ледерин, марля поліграфічна. Як тест-культура використовувався мікроскопічний гриб *Aspergillus niger* Tiegh., який, згідно з літературними джерелами, є як активним деструктором технічних матеріалів, а також типовим видом мікобіоти книгосховищ бібліотек у країнах з помірними кліматом, до яких належить Україна. Оцінювання ефективності антифунгального оброблення паперу здійснювалося на сьому, чотирнадцяту, двадцять першу та двадцять восьму добу експерименту. Грибостійкість зразків оцінювалася за 6-бальною шкалою згідно з перевіреною методикою. Для отримання достовірної інформації, як і у попередніх серіях досліджень, усі експерименти проводилися у 3-кратній повторності.

²¹ Савчук Я. І., Баляниця Н. Б., Чуєнко А. І., Письменна Ю. Б. Оцінка ефективності антифунгальної обробки паперу. *Бібліотека. Наука. Комунікація: формування національного інформаційного простору* : матер. Міжнар. наук. конф. (Київ, 4–6 жовт. 2016 р.) / НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. центрів-членів МААН. Київ, 2016. С. 555–55.

Матеріали, що не були оброблені фунгіцидним препаратом, швидко зазнавали мікологічного ураження тест-культурою *A. Niger*. Так, уже через сім діб після оброблення суспензією тест-культури контрольні зразки таких матеріалів як коленкор, ледерин і марля поліграфічна характеризувалися найвищим балом мікологічного ураження. Водночас зразки картону хром-ерзац, форзацний папір і бумвініл зазнавали дещо меншого мікологічного ураження – відповідно бали грибостійкості в межах від «2» до «3». Навпаки, необроблені зразки картону палітурного не зазнавали взагалі ураження тест-культурою *A. Niger*. Слід підкреслити, що зразки цього матеріалу виявилися найбільш грибостійкими, зокрема, упродовж усієї тривалості експерименту не спостерігалось жодного обростання фрагментів палітурного картону, як необроблених, так і оброблених препаратом «Валеус Д». Результати експериментів наведено в табл. 3.10 та на рис. 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.10

**Стійкість реставраційних та витратних матеріалів до впливу
тест-культури *Aspergillus niger***

Назва матеріалу	Грибостійкість, бал							
	7 діб		14 діб		21 доба		28 діб	
	Н*	О	Н	О	Н	О	Н	О
Картон палітурний	0	0	0	0	0	0	0	0
Картон хром-ерзац	3	0	5	0	5	0	5	3
Форзацний папір	2	0	3	0	3	0	3	0
Коленкор	5	0	5	0	5	5	5	5
Бумвініл	3	0	5	0	5	3	5	4
Ледерин	5	0	5	1	5	4	5	5
Марля поліграфічна	5	0	5	0	5	0	5	0

Навпаки, щодо результатів експерименту стосовно контрольних зразків усіх матеріалів, що досліджувалися і які були оброблені фунгіцидом «Валеус Д», то ці фрагменти за сім діб експозиції не були пошкоджені тест-культурою *Aspergillus niger*.

Зауважимо, що після чотирнадцяти діб експозиції необроблені зразки матеріалів зазнали значного ураження. Зокрема, бал ураження зразків картону хром-ерзацу та бумвінілу збільшився із «3» до «5», тож ураження зразків перевищило 25% від площі зразка. Фрагменти форзацного паперу зазнали дещо меншого ураження з балом грибостійкості «3». Зразки, що оброблені фунгіцидом, ще на чотирнадцятий день експерименту зберігали

* Н – зразки, що не були оброблені фунгіцидним засобом; О – зразки, що були оброблені 0,5% розчином препарату «Валеус Д».

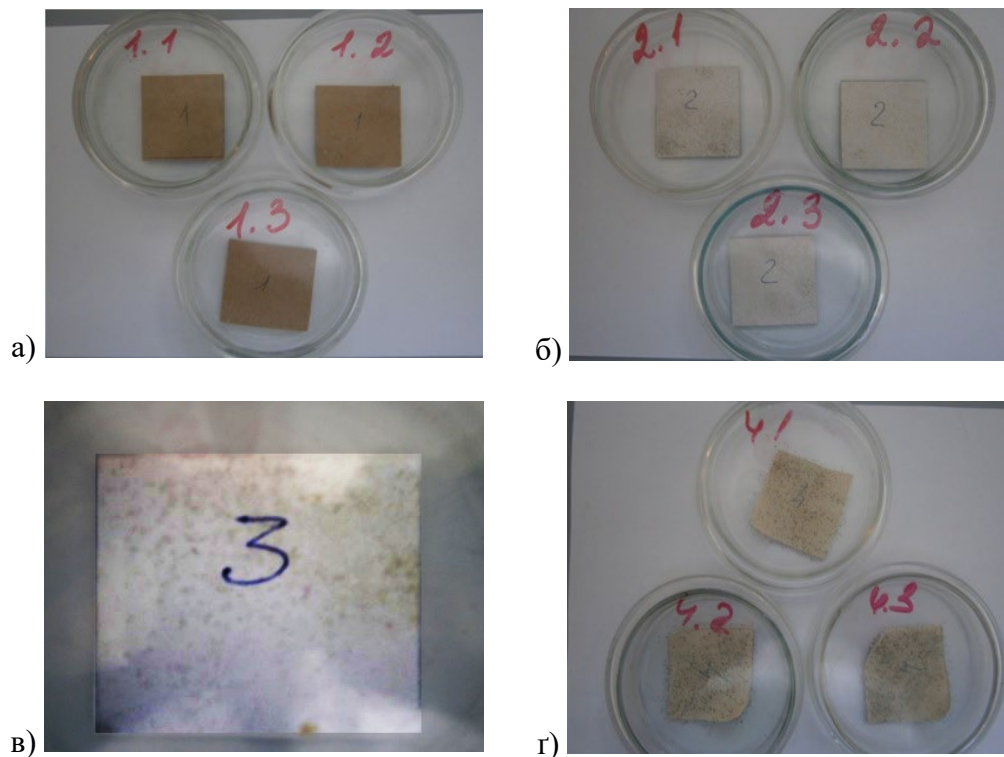


Рис. 3.1. Ураження тест-культурою *Aspergillus niger* палітурних матеріалів: а) картон палітурний; б) картон хром-ерзац; в) форзацний папір; г) коленкор.

свої антифунгальні властивості, за винятком зразку ледерину, який зазнав незначного ушкодження з балом грибостійкості «1».

Варто зазначити, що навіть оброблені фунгіцидом зразки бумвінілу, ледерину і коленкору після тритижневої експозиції зазнавали значного мікологічного ураження з балами грибостійкості «3», «4» і «5» відповідно. Інші чотири види матеріалів – картон палітурний, картон хром-ерзац, форзацний папір, марля поліграфічна виявилися стійкими до дії тест-культури гриба *Aspergillus niger*.

На останньому, четвертому тижні експозиції оброблені зразки бумвінілу і ледерину зазнали ще більшого ступеня ураження. Водночас зразки картону хром-ерзац пошкоджувались тест-культурою *Aspergillus niger* з балом ураження «3». Слід підкреслити, що упродовж усієї тривалості експерименту оброблені фунгіцидом зразки палітурного картону, форзацного паперу і марлі поліграфічної не зазнавали жодного мікологічного пошкодження.

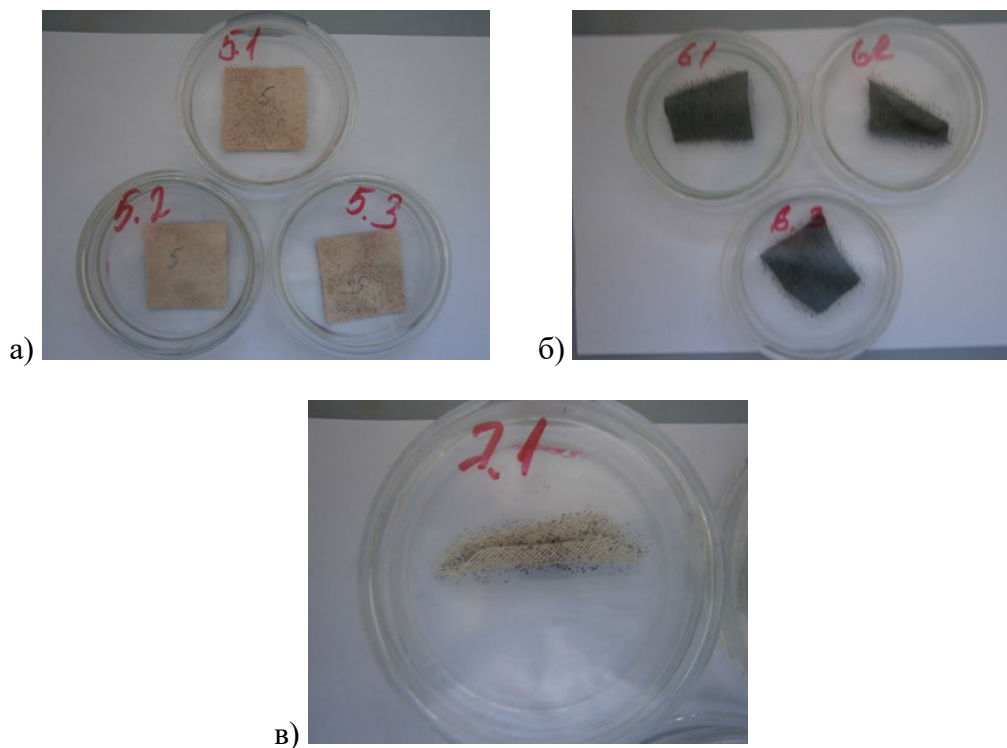


Рис. 3.2. Ураження тест-культурою *Aspergillus niger* палітурних матеріалів: а) бумвініл; б) ледерин; в) марля поліграфічна.

Аналіз отриманих результатів виконаних експериментів переконливо свідчить, що грибостійкість досліджених матеріалів є невисокою. Так, можна стверджувати, що за сприятливих умов для розвитку мікроскопічних грибів досліджені матеріали, які використовуються для виготовлення книг, можуть за короткий термін (до семи діб) піддаватися значному ураженню мікроміцетами. І лише зразки матеріалів, що були оброблені розчином фунгіциду «Валеус Д», зберігали грибостійкі властивості упродовж чотирнадцяти діб. Отже, за результатами наших досліджень можна зробити висновок про те, що серед усіх досліджених матеріалів тільки картон палітурний виявив достатні грибостійкі властивості. Усі інші матеріали під дією оброблення тест-культурами мікроміцетів зазнавали значного ураження. У такий спосіб нами було експериментально обґрунтовано, що оброблення палітурних матеріалів розчином фунгіциду «Валеус Д» у концентрації 0,5% дозволяє значно уповільнити процес ураження їх мікроскопічними грибами. Тож під час добору реставраційних та витратних матеріалів для відновлення документів слід врахувати такий важливий чинник, як їх грибостійкість, адже в подальшому це сут-

тево впливає на процес збереження відреставрованих особливо цінних бібліотечних фондів.

3.4. Аналіз впливу ефективності біоцидів на різні види документів

Відомо, що біодеструкція документів – це незворотні пошкодження матеріальної основи документів (паперу, пергаменту, фотоплівки, магнітної плівки тощо), макромолекулярної структури під впливом біологічних чинників: мікроскопічних грибів, бактерій, комах, гризунів. Ознаки біодеструкції документів можуть мати найрізноманітніші форми прояву, що залежать від інтенсивності й тривалості процесу руйнування. Згодом вплив біологічних чинників призводить до природного старіння матеріальної основи документів, а також фізичного, хімічного та біологічного пошкодження.

За природою біопшкоджень розрізняють – *хімічну* (*ферментативну*), що викликана грибами і бактеріями, та *механічну*, спричинену комахами і гризунами. Наявність багатого набору ферментів дозволяє грибам пристосовуватися до різноманітних умов існування: різні види їх можуть рости в темряві та за яскравого сонячного світла, в середовищах з діапазоном кислотності в одиницях рН у межах 3–8 та за температурою від 1–60 °С. Спори грибів можуть витримувати заморожування у рідкому азоті та прогрівання до температури вище 100 °С, а висушені спори зберігають свою життєздатність понад десяти років. Проте особливою умовою розвитку грибів на субстратах є рівень вологості не менш ніж 60%. Мікроміцети розвиваються всюди, де наявні є мінімальні умови для обміну їх речовин. Вони потребують вологу, тепло та різні джерела зв'язаного вуглецю і здатні здійснювати окислення будь-яких природних органічних сполук, наразі й різноманітних продуктів нафти, воску, парафіну, складних ефірів, полімерів, поліетилену та багатьох інших. Так відомо, що деякі види здатні розвиватися на різних будівельних сумішах і бетонах. Гриби руйнують деревину на всіх етапах – від пошкодження дерев до розкладання деревини під час зберігання, а також у спорудах і виробках. Розповсюджуючись на поверхні матеріалів і конструкцій, мікроорганізми, разом із руйнівним впливом, викликають погіршення екологічної ситуації²², що призводить до виникнення запаху плісняви, а також виділяють токсичні продукти – алергени. Тому ріст мікроскопічних грибів завдає

²² Фалендиш Н., Грегірчак Н., Мисан Г. Дезінфектанти нового покоління в технологіях знезараження музейних об'єктів. *Зб. наук. праць «Музеї народного мистецтва та національна культура»* ; за ред. д-ра мист. М. Селівачова. Київ : Златограф, 2006. С. 117–124. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/19219/3/3.pdf> (дата звернення: 12.04.2023).

шкоди не тільки будівельним і промисловим матеріалам, а насамперед людям, які знаходяться із ними в контакті. Перш за все вони викликають мікози – ураження грибковою інфекцією (наприклад, аспергильоз – захворювання, викликане грибами роду *Aspergillus*), які дуже важко діагностувати, а ще важче лікувати. Небезпека мікроміцетів та інших мікроорганізмів, передусім, пов'язана із розповсюдженням на поверхні матеріалів і конструкцій, разом із руйнівним впливом, вони здатні викликати погіршення екологічної ситуації в будівлях, що призводить до виникнення запаху плісняви. Тому ріст мікроміцетів наносить шкоду не тільки будівельним і промисловим матеріалам, а насамперед людям, які знаходяться з ними в контакті (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Захворювання, спричинені спорами мікроміцетів.

Біодеструкції зазнають також і приміщення сховищ. Про розвиток такого процесу свідчать відшаровування і лущення фарби, побілки та штукатурки на стінах або стелі, розтріскування та осипання барвистого шару на них, кристалічні нальоти солей, що мають загальну назву «ураження грибом».

Основними джерелами біоуражень документів є: частки пилу зі спорамі; комахі, які проникають з потоками повітря; запиленість документів і загалом сховищ; надмірне зволоження стін і стель приміщень; заражені активними спорами грибів та подібними організмами інші доку-

менти, занесені у сховище; проникнення комах і гризунів через різні отвори; проклеювання паперу речовинами органічного походження (казеїн, желатин); кімнатні рослини, розташовані поблизу документів; розташування побутових приміщень поряд з сховищами; залишки їжі та напоїв на робочих місцях. Головними причинами зараження шкідниками сховищ є недотримання належного санітарно-гігієнічного і температурно-вологісного режимів зберігання документів; надмірна вологість приміщення; невентильованість сховищ; занесення без належної перевірки до сховищ заражених грибками, бактеріями, комахами документів; проникнення шкідників безпосередньо у приміщення.

Як відомо, до спеціальних заходів щодо збереження документів належить оброблення книг з метою знищення мікроорганізмів і комах, подальше видалення їх залишків і пилу з книг, а також профілактичне оброблення документів з метою зміцнення паперу і тексту, пом'якшення шкіри палітурок. До спеціальних засобів захисту відноситься і дезінфекція. Перед тим як здійснювати ряд дезінфекційних заходів доцільним є встановлення ступеню мікробіологічного ураження.

Тому важливим напрямком науково-дослідної роботи є необхідність аналізу засобів дезінфекції для документів, сховищ, приміщень тощо, що були використані натеper для покращення збереження як бібліотечного фонду, так і недопущення погіршення здоров'я персоналу бібліотечних установ. Як показує практика для запобігання розвитку та розповсюдженню мікроміцетів на паперових носіях існує багато різноманітних методів захисту, що поділяються на механічні, фізичні, хімічні, біологічні, комбіновані. Механічний метод передбачає механічне видалення частинок з поверхонь і з повітряного середовища шляхом провітрювання, очищення поверхонь, прання, вентиляції. Хімічні методи дезінфекції полягають у використанні дезінфікуючих засобів, що згубно впливають на хвороботворні організми і руйнують токсини. Часто для проведення хімічної дезінфекції використовуються хлоровмісні і спиртові препарати, перекис водню, формалін. Фізичні методи дезінфекції засновані на принципах фізичного впливу. Застосовується високотемпературне оброблення матеріалів, а також ультрафіолетове випромінювання. Ці методи вважаються ефективними і екологічно безпечними. Біологічний метод дезінфекції заснований на взаємодії різних мікроорганізмів. Комбіновані методи дезінфекції є поєднанням двох і більше основних способів проведення знезараження для підвищення його ефективності.

Крім того, найчастіше в практиці використовуються комбінації різних речовин або користуються різними дезінфікуючими засобами у певній послідовності. Існує два види дезінфекції: профілактична і осередкова. Профілактична дезінфекція проводиться постійно, незалежно від

наявності джерела ураження. Її мета – запобігти виникненню і поширенню мікробіологічного ураження та накопиченню спорів мікроміцетів у повітряному середовищі. Осередкова дезінфекція (оброблення) проводиться за наявності вогнища ураження. Папір документів – це комплекс, що складається з волокон, зв’язаних між собою силами поверхневого зчеплення. З плином часу у папері відбуваються процеси природного фізичного, хімічного та біологічного старіння. Швидкість цих процесів залежить від багатьох факторів, однак найбільша роль у руйнуванні книг, особливо під час порушення або невиконання нормативних умов зберігання документів на папері, належить біологічному фактору, а саме мікроскопічним грибам (мікроміцетам)²³.

Найзручніший та найперспективніший спосіб захисту паперу документів від мікроскопічних грибів – це використання хімічних сполук – біоцидів або дезінфектантів, а по відношенню до грибів – фунгіцидів. Відповідно до стандарту з консервації документів, їхня стабілізація стосовно мікологічного чинника виконується з використанням антимікробних сполук (фунгіцидів) та оброблення, що забезпечує вологість паперу не більше 10,0%. Для ефективного використання фунгіцидів необхідно враховувати те, що вони мають відповідати низці вимог. По-перше, фунгіциди не повинні впливати на здоров’я людини та навколишнє середовище, мати кислотність на рівні 7 одиниць рН, володіти високою активністю щодо широкого спектру мікроскопічних грибів та не погіршувати целюлозну основу паперу. По-друге, ці речовини повинні довгий час утримуватися на поверхні паперу і не мати негативного впливу на фізико-механічні, хімічні та естетичні властивості документа. По-третє, фунгіциди не мають бути забарвленими, щоб не змінити початковий колір паперу документа. Однак це тільки загальні рекомендації, а до кожної конкретної ситуації необхідний індивідуальний підхід з вибору фунгіциду.

Для дезінфекції використовуються засоби, дозволені до застосування Міністерством охорони здоров’я України, що мають сертифікати заводу виробника, які свідчать про їхню відповідність вимогам Державних стандартів чи технічних умов. Згідно вимог, що пред’явлені до сучасних антисептичних препаратів, вони повинні бути добре розчинними у воді, їх водні розчини мають бути безбарвними, не мати запаху, не викликати руйнування оброблених матеріалів, на разі й корозію матеріалів, во-

²³ Затока Л. П., Мозгова С. Г., Баляниця Н. Б. Попередження розвитку мікроскопічних грибів на папері документів. *Бібліотека. Наука. Комунікація* : матер. Міжнар. наук. конф. (Київ, 6–8 жовт. 2015 р.) / НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. Центрів академій наук – членів МААН. Київ, 2015. URL: <http://conference.nbuv.gov.ua/report/view/id/658> (дата звернення: 17.05.2023).

лодіти адгезійними властивостями, високою стабільністю і низькою токсичністю²⁴.

Вивчення робіт вітчизняних і зарубіжних авторів у галузі біотехнологій дозволило узагальнити основні методи впливу на мікроорганізми, що викликають біопшкодження. Ці методи можуть бути короткостроковими та довгостроковими. Використання біоцидів відрізняється високою ефективністю та різноманітними формами застосування: сполуки можуть вводитися безпосередньо в склад матеріалів, наноситись на їх поверхню, слугувати компонентами повітряного або водного середовища тощо. В основі дії біоцидних сполук лежить їхня здатність інгібувати активність компонентів і певні реакції метаболізму, внаслідок чого змінюється механізм дихання, порушується структура клітини.

На сьогодні за основною діючою речовиною сучасні дезінфікуючі засоби поділяються на такі групи: галогени (галоїдовмісні препарати); альдегідовмісні препарати; окисники; спиртовмісні препарати; поверхнево-активні речовини (далі – ПАР); препарати на основі похідних гуанідинів; феноли; кислоти; луги (рис. 3.4). Тепер у бібліотеках України вже не використовуються такі шкідливі препарати, як аміак та формальдегід для боротьби із пліснявою, на їх заміну прийшли сучасні препарати, що дозволені до застосування і менш шкідливі для здоров'я працівників установ²⁵. Саме тому, важливо уникати застосування дезінфекційних засобів, дія яких не перевірена часом і практикою.

Останнє покоління дезінфекційних засобів розроблено на основі біоцидних полімерів – гуанідинові водорозчинні полімери. Полігуанідини – одна з перспективних груп сучасних деззасобів. Вони мають низьку токсичність, високу стабільність, не пошкоджують об'єкти, що знезаражуються. Особливістю речовин цієї групи є здатність утворювати на оброблених поверхнях плівки, що забезпечують тривалу залишкову бактерицидну дію. Вони успішно застосовуються у медицині, у закладах охорони здоров'я, дитячих дошкільних і учбових закладах, комунально-господарчих об'єктах²⁶.

²⁴ Ткаченко В., Надточій І., Тімов О. Принципи вибору дезінфекційних засобів для забезпечення збереженості кіно-, фотодокументів у приміщеннях архівних та спеціальних установ. *Архіви України*. 2020. № 3. С. 53–73. DOI: <https://doi.org/10.47315/archives2020.324.053>.

²⁵ Сучасні аспекти обґрунтування вибору дезінфекційних засобів. URL: <http://www.laverna.kiev.ua/content/articles/index.php?article=600> (дата звернення: 12.05.2023).

²⁶ Малюга В. В. Забезпечення дезінфекційних заходів у закладах охорони здоров'я. *Журнал головної медичної сестри*. 2013. № 2. С. 23–37.



Рис. 3.4. Класифікація дезінфікуючих засобів за активно-діючими речовинами.

Більшості цих вимог відповідають біоцидні препарати «Метатін GT» та похідні полігексаметиленгуанідину (далі – ПГМГ), рекомендовані відповідним стандартом з консервації для дезінфекційного оброблення документів з паперовими носіями, обладнання і приміщень²⁷. Серед похідних ПГМГ в Україні останнім часом набули широкого застосування препарати «Гембар» і «Полідез». Зважаючи на те, що ці препарати доступні для придбання бібліотеками і архівами, було вирішено всебічно вивчити їх дію з метою використання для поаркушевої дезінфекції документів з паперовими носіями та засобів зберігання. Хімічні сполуки, синтезовані на основі ПГМГ, привертають увагу дослідників упродовж останніх десятиліть. Деякі з них уже давно застосовуються в архівній практиці. Фунгіцидом «Метацидом» (ПГМГ гідрохлоридом), як профілактичним і винищувальним засобом, обробляються документи з плівковими носіями (кіно-, фотодокументи і мікрофільми). Препарати на основі ПГМГ рекомендовані для захисту текстильних матеріалів, а також вико-

²⁷ ДСТУ ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги (ГОСТ 7.50-2002, IDT). Київ: Держспожив стандарт України, 2007. 18 с.

ристовується у музейній практиці. «Полідез» – дезінфікуючий засіб науково-виробничого підприємства «Біоцид» (м. Київ, Україна) на основі ПГМГ хлориду, випускається у вигляді 25% розчину. «Полідез» є опалесцентною рідиною, безбарвною або з жовтуватим чи коричневим відтінком²⁸. «Полідез» – це дезінфекційний засіб ЗАТ «Українські екологічні технології» (м. Київ, Україна) у складі якого суміш двох солей – ПГМГ хлориду і ПГМГ фосфату у певному співвідношенні. Випускається у вигляді 20% або 30% концентрованих розчинів. «Полідез» є прозорою, слабко опалесценцією рідиною від безбарвного до блідо-жовтого кольору²⁹. Препарати «Гембар» і «Полідез» добре розчиняються у воді. Робочі розчини засобів не є леткими, без запаху, мають дезодоруючі властивості, не пошкоджують об'єкти, виготовлені з металу, скла, гуми, полімерних матеріалів, лінолеуму, кахлю, порцеляни, фаянсу, тканини, дерева, бетону, цегли, та поверхні приладів, апаратів, устаткування з лакофарбовим, гальванічним, полімерним та іншим покриттям. Добре змиваються водою. Слід додати, що дезінфікуючі засоби не сумісні з миючими засобами і концентрованими розчинами хлору, а на оброблених поверхнях вони забезпечують пролонгований знезаражуючий ефект внаслідок утворення непомітної полімерної плівки, що за потреби легко змивається водою. Біоцидні препарати «Гембар» і «Полідез» відповідають основним вимогам, висунутим до фунгіцидних засобів для оброблення документів з паперовими носіями: вони мають високу фунгіцидну активність (особливо «Гембар»); нейтральне чи лужне середовище; малотоксичні; мають слабе забарвлення; розчиняються у воді; надто не впливають на старіння паперу та мають приблизно такі ж властивості, як і «Метатін GT», що уже застосовується у бібліотечній практиці. Хімічний склад цього препарату: нециклічні ацеталі, аліфатичні азотні і гетероциклічні сірко-азотні сполуки³⁰. Деззасоби «Гембар», «Полідез» і «Метатін GT» належать до мало небезпечних речовин (4 клас безпеки). Також препарат «Метатін» не викликає алергічних реакцій. Для оброблення документів використовуються його водні розчини. Мікологами також було досліджено вплив 1% та 2% водних розчинів біоцидів, які є похідними ПГМГ, а також «Метатіну GT». Досліджувалася також дія розчинів препаратів, що містять октоати міді (АНТСП-8.0) та цинку (АНТСП-3.0) у концентраціях 0,3%,

²⁸ Методичні вказівки щодо застосування засобу Гембар з метою дезінфекції та передстерилізаційного очищення. М-во охорони здоров'я. Київ, 2001. 7–8 с.

²⁹ Зарицький А. М., Гудзь О. В., Міхно І. Л. Методичні вказівки щодо застосування засобу Полідез з метою дезінфекції. М-во охорони здоров'я. Київ, 2002. 14 с.

³⁰ Методичні вказівки щодо застосування засобу Гембар з метою дезінфекції та передстерилізаційного очищення. М-во охорони здоров'я. Київ, 2001. 9 с.

0,5% та 1,0% (відносно препарату), які використовуються як консерванти в лакофарбовій промисловості³¹. Отримані дані можуть мати суттєве практичне значення у напрямку вирішення проблеми дезінфекційного оброблення ушкоджених грибами матеріалів, зокрема особливо цінних документів. Безумовно, що для встановлення тривалості оброблення біоцидами уражених документів, необхідно враховувати стан фізіологічної активності мікроміцетів-деструкторів. Встановлено, що під дією всіх використаних біоцидів, досліджувані тест-культури мікроскопічних грибів змінювали свої морфологічні ознаки у порівнянні з контролем. Реакція тест-культур грибів на дію досліджених препаратів залежала не лише від концентрації розчинів та хімічного складу біоцидів, але й від стану фізіологічної активності грибів: в період пониженої фізіологічної активності пігментоутворення знижувалося, а чутливість до дії біоцидів – підвищувалася.

Визначено, що вплив досліджених біоцидів (похідних гуанідинів, «Метатіну GT»), октоатів міді та цинку) призводить до змін морфологічних ознак репродуктивних структур мікроскопічних грибів *Penicillium funiculosum* Thom і *P. ochrochloron* Biourge. Реакція тест-культур грибів на дію досліджених препаратів залежала також від концентрації³².

Однак не варто забувати про необхідність дотримання правил використання та розведення концентрованих дезінфікуючих засобів, оскільки їх надмірна концентрація може викликати у персоналу як алергічні реакції, так і пошкодити слизові оболонки. Переваги цих засобів науковцями були продемонстровані на прикладі вітчизняного препарату «Полідез», діючою речовиною якого є суміш хлориду та фосфату полігексаметиленгуанідину. Основні характеристики дезінфікуючого засобу «Полідез» такі, що він характеризується високою антимікробною активністю стосовно широкого спектру мікроорганізмів, ефективний проти бактерій, вірусів, грибів. Фунгіцид належить до обмеженого кола деззасобів, ефективних проти аеробних і анаеробних мікроорганізмів, грампозитивних і грамнегативних бактерій. Важливою особливістю цього препарату є його пролонгована дія, внаслідок утворення на оброблених поверхнях непомітної тонкої (кілька ангстрем) біоцидної плівки. Оброблені

³¹ Дослідження впливу біоцидних препаратів на старіння реставраційних паперів / Держкомархів України. УНДІАСД; НАН України. Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного; ВАТ «Український науково-дослідний інститут паперу»; уклад.: О. П. Володіна, Н. М. Жданова, Л. М. Канарьова та ін. Київ, 2005. 34 с. URL: <https://undiasd.archives.gov.ua/doc/biology.pdf> (дата звернення: 24.05.2023).

³² Ефективність нових матеріалів для зміцнення, стабілізації та реставрації матеріальної основи бібліотечних документів: Заключний звіт / НАН України: Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. УДК 025.7/9; № ДР 0109U000107; Інв. № 0712U001165. Київ, 2011. 126 с.

ним поверхні зберігають біоцидну дію упродовж шестидесяти діб. Саме дезінфектант «Полідез» розроблений на основі безпечних для людини та довкілля біоцидних полімерних сполук і належить до малонебезпечних речовин (4-й клас небезпеки згідно з вимогами відповідного стандарту). Він не виявляє алергенних реакцій та віддалених ефектів дії на організм людини. Унікальне поєднання високої біоцидної активності, широкого спектру антимікробної дії, пролонгованої знезаражувальної здатності, дезодоруючого ефекту з безпекою для людей і довкілля дозволяє широко застосовувати фунгіцид «Полідез» для дезінфекції та генеральних прибирань на різних об'єктах і, зокрема в закладах культури, бібліотеках, музеях. Регулярне застосування дезінфекції аерозолем «Полідезу» (1 раз на 3 місяці, а згодом 1 раз на півроку) забезпечить надійний захист усіх поверхонь і повітря, насамперед від ураження грибами. Препарат «Полідез» належить до найефективніших деззасобів, що доведено результатами його досліджень у фахових наукових закладах України наразі й у НБУВ, ефективністю використання на підприємствах харчової та переробної промисловості, на об'єктах охорони здоров'я.

Крім цього, актуальним у бібліотеках є використання таких дезінфектантів, які окрім своїх фунгіцидних властивостей якомога менше знижували б фізико-механічні властивості самого паперу. Саме тому, для впровадження в практику НБУВ нових біоцидів, фахівцями ВНТЗФ було проведено підбір дезінфектантів на основі спиртовмісних складів для проведення дезінфекційного оброблення особливо цінних документів з паперовими носіями. Відомо, що спирти володіють деякими бактерицидними властивостями, які залежать від молекулярної маси спирту (підсилюються за її збільшення) та концентрації розчину. Вочевидь, максимальну згубну дію на бактеріальні клітини має 70% спиртовий розчин, а зі збільшенням концентрації бактерицидний ефект зменшується. Тому, науковцями ВНТЗФ було досліджено 70% розчини етилового та ізопропилового спиртів, а також спиртовий розчин наступного дезінфектанту – ніпагіну. «Ніпагін» (метилпарабен, E218) – це метиловий ефір пара-гідроксibenзойної кислоти, він погано розчиняється у воді, але добре розчиняється в етанолі. Найбільшу антибактеріальну активність проявляє за 4–8 одиниць рН. За кислотності 3–6 одиниць рН ніпагін достатньо стійкий за кімнатної температури (може зберігатися до чотирьох років), а при восьми одиницях рН і більше зазнає швидкого гідролізу. До позитивних аспектів використання цієї речовини у бібліотечній практиці належить відноситься те, що ця сполука в якості консерванту застосовується у косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловості, має виражену антимікробну активність (висока активність проти мікроскопічних грибів; більша біоцидна дія проти грампозитивних бактерій, ніж проти грамнега-

тивних). В організмі людини не накопичується. «Ніпагін» входить до реєстру дезінфекційних засобів Міністерства охорони здоров'я дозволених до використання в Україні. Лише під час контакту надвисоких доз Е218 зі шкірою можуть спостерігатися алергічні реакції у вигляді свербіжу та почервоніння. «Ніпагін» легко перетворюється ґрунтовими бактеріями, що підтверджує його біологічну та екологічну безпечність. Нами встановлено, що 2%- та 5% спиртові розчини використовуються для дезінфекції пастилей на полотні, графіки на папері, а також додаються в клей для реставрації документів³³.

Також необхідно відмітити, що окрім препарату «Ніпагін» для впровадження в практику НБУВ інших дезінфектантів було вивчено фунгіцидні властивості дезінфікуючого засобу «Септодор» ізраїльської фірми «Dorvet LTD». Встановлено характер його дії на структурні, механічні та хімічні показники паперу і картону та умови застосування у Бібліотеці. Фунгіцид «Септодор» містить діючу речовину—комплекс четвертинних амонійних солей зокрема: алкілдиметилбензіламоній хлорид – 20,0%; хлорид – 15,0%; диоктилдиметиламоній хлорид – 6,0%; дидецилдиметиламоній хлорид – 9,0%; інертні компоненти – 50,0%. В умовах інгаляційного впливу в насичуючій концентрації засіб «Септодор» належить до IV класу мало небезпечних речовин. Під час інгаляційного впливу робочих розчинів у вигляді аерозолу (під час застосування методом зрошення) засіб може подразнювати верхні дихальні шляхи. Щодо антигрибкової дії 3%-й розчин засобу «Септодор» повністю і тривало пригнічує усіх 5 видів мікроміцетів: *Alternaria alternata*; *Aspergillus terreus*; *Chaetomium globosum*; *Cladosporium cladosporioides*; *Geotrichum candidum*. Але це максимальна концентрація з рекомендованих фірмою-виробником і вона подразнює слизові оболонки очей, а під час повторних аплікацій на шкіру заподіює виражену місцево-подразнювальну дію. За зниження концентрації засобу «Септодор» спостерігається зменшення і його фунгіцидна дія. Зони пригнічення росту 4-х видів мікроміцетів (*Alternaria alternata*; *Aspergillus terreus*; *Chaetomium globosum*; *Cladosporium cladosporioides*) хоча й залишалися на низькому рівні порівняно з еталоном, але спостерігалася під дією 1%-го розчину засобу упродовж тридцяти днів.

Таким чином, виходячи з експериментальних даних науково-дослідної роботи (НДР) 1%-й водний розчин засобу «Септодор» можна вважати оптимальною фунгіцидною концентрацією для 4-х видів дослід-

³³ Система збереження бібліотечних фондів: проблеми та впровадження в умовах Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського : звіт про НДР (заключний) / НАН України; Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. УДК 025.7 / 9; № ДР 0100U006607 ; Київ, 2002. 61 с.

них грибів, крім *Geotrichum candidum*. 0,05%-й водний розчин засобу «Септодор» є фунгістатичною концентрацією для всіх 5-ти видів мікроміцетів і дає підстави для визначення оптимальної концентрації і способу оброблення бібліотечних фондів. Дезінфекцію предмета пошкодженого мікроскопічними грибами, ефективніше обробляти шляхом занурення його у 1%-й розчин засобу «Септодор». Оброблення у такий спосіб можна рекомендувати для використання у реставраційній практиці, але для цього потрібні дані про його вплив на паперовий носій інформації і реставраційні матеріали. Тому науковцями ВНТЗФ були проведені експерименти з виявлення дії 1%-го розчину засобу «Септодор» на фізико-механічні і хімічні властивості паперу і картону. Для випробування були використані 4 види паперу і 2 види картону. Зокрема поширені у бібліотеках види паперу: афішний, писальний, форзацний, фільтрувальний, мікалентний, сигаретний, а також картон палітурний різних підприємств (2 зразки). Встановлено, що біоцид впливає на структурні механічні, хімічні показники паперу і картону. Виявлено, що за 15-хвилинного оброблення зразків паперу і картону способом занурювання у 1%-й розчин засобу «Септодор», нормалізувалася їх кислотність однак дещо змінювалися структурні показники. Також було встановлено, що оброблення значно погіршує механічні показники декотрих матеріалів: зменшується розривна довжина на 20% у афішного і писального паперів, опір зламові на 60% у форзацного паперу, опір продавлюванню на 40% у фільтрувального паперу і жорсткість картону зразка № 1 на 25%. Таким чином, проведеними експериментальними дослідженнями встановлено оптимальну фунгіцидну концентрацію (1%-ий розчин) та характер дії засобу «Септодор» на структурні, механічні та хімічні показники паперу³⁴.

До переліку дезінфікуючих препаратів широкого спектру дії відноситься «Пороцид» – біоцид виробництва Німеччини, у відсотковому співвідношенні містить 5% алкіл-бензил-хлориду амонія та 20% ізопропілового спирту. Це безбарвна, прозора рідина з характерним ізопропаноловим запахом. Завдяки своїй не леткості препарат «Пороцид» може застосовуватися у приміщеннях, а через відсутність відбілювальної дії, його застосовують для таких матеріалів як деревина, шкіра, м'які меблі, папір, твори образотворчого мистецтва, текстиль тощо. Цей дезінфектант не викликає подразнення шкіри, не має шкідливої дії на організм людини, однак негативно впливає на механічні показники паперу, що обмежує можливість його використання в умовах бібліотек.

³⁴ Суббота А. Г., Новікова Г. М., Затока Л. П. Дослідження фунгіцидних властивостей дезінфікуючого засобу «Септодор». *Реставрація музейних пам'яток в сучасних умовах. Проблеми та шляхи їх вирішення*: тези доповідей IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ. 20–23 трав. 2003 р.) / Нац. наук.-дослід. реставраційний центр України. Київ, 2003. С. 158–162.

Перспективними об'єктами досліджень є такі біоциди як тіосульфонати, оскільки вони мають широкий спектр антимікробної дії. Встановлення впливу нових замісників у *N*-заміщених тіосульфонатів загальної формули $C_2H_5-S-SO_2-C_6H_5-N=CH-R$ на бактерицидну, фунгіцидну дію має важливе практичне значення, оскільки синтез нових представників цього класу сполук зумовлений необхідністю надання сполукам з тіосульфонатним фрагментом комплексу корисних властивостей, безпечності для людини та довкілля³⁵. За результатами останніх досліджень відомо, що тіосульфонати займають важливе місце в хімії органічних сірковмісних сполук. У теоретичному аспекті важливим вважається вивчення нуклеофільних реакцій аміногрупи тіосульфонатів (ацилювання, алкілювання, арилювання, взаємодія з альдегідами), а в практичному – дослідження впливу структури тіосульфонатів на їхню реакційну здатність і біологічну активність³⁶. Зокрема, тіосульфонати відіграють значну роль у вирішенні проблеми захисту матеріалів від біопшкоджень³⁷. На підґрунті дослідження сполук з тіосульфонатним фрагментом виявлено достатньо високу фунгіцидну активність етилового естеру 4'-нітробензиліден-4-бензентіосульфокислоти. В рамках дослідження було вивчено вплив різних концентрацій етилового естеру 4-амінобензентіосульфокислоти на динаміку нагромадження біомаси дріжджів *Candida tenuis*. Вперше визначено фунгіцидну здатність досліджуваних тіосульфонатів щодо захисту паперу від біопшкоджень. Виявлено, що найефективнішим антигрибковим засобом є етиловий естер 4'-нітробензиліден-4-бензентіосульфокислоти тож синтезовані сполуки можуть бути використані як фунгіциди для захисту целюлозовмісних виробів від біопшкоджень³⁸. Іншими дослідниками вивчено фунгібактерицидну активність *N*-заміщених тіосульфонатів, що використовуються для захисту паперу від біопшкоджень. У попередні роки мікологами також було проведено дослідження впливу засобів дезінфекції з

³⁵ Комаровська О. З., Стадницька Н. Є., Баранович Д. Б. та ін. Фунгібактерицидна активність деяких тіосульфоестерів. *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. 2001. № 426. С. 137–141.

³⁶ Баранович Д. Б., Комаровська О. З., Лубенець В. І., Новіков В. П. Синтез та біологічна активність *S*-алкілбензолтіосульфонатів. *Міжвід. зб. «Фізіологічно активні речовини»*. 2000. № 2. С. 33–36. Кадиляк М. С., Комаровська-Порохнявець О. З., Швед О. В. та ін. Дослідження біоцидів для захисту паперу від біопшкоджень. *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2004. № 497. С. 71–73.

³⁷ Комаровська-Порохнявець О. З., Губрій З. В., Швед О. В. та ін. Антимікробні властивості *n*-заміщених тіосульфонатів. *Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка»*. 2008. № 622. С. 44–46. URL: https://vlp.com.ua/files/10_54.pdf (дата звернення: 12.06.2023).

³⁸ Shevchenko V. M., Guts N. A. Biocidity of paper and basalt fiber. *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. 2019. Vol. 10. No. 1. P. 94–99. DOI: <https://doi.org/10.15407/hftp10.01.094>.

тривалим дезактиваційним ефектом («Гембар», «Полідез», «Метатін GT») на трьох видах паперу (газетний, пакувальний, мікалентний). Дія біоцидів була перевірена на тестових культурах мікроскопічних грибів, що були ізольовані з пошкоджених документів. Крім того, були зразки досліджуваного композиту на основі базальту та целюлозних волокон, монтморилонітової глини та гумату натрію (SH), а також солей смоляних кислот (SSRA). Процес старіння зразків вивчався за такими показниками, як білість матеріалів, міцність на розрив. Також було досліджено вплив гомоіонної форми монтморилоніту, що застосовувався в композиціях з базальтовими волокнами, на біоцидні характеристики матеріалів. У рамках експерименту було встановлено, що композиційна суміш з базальтовими волокнами майже однаково пригнічує розповсюдження грибів та мікроорганізмів, як і типові дезінфікуючі засоби. Дослідниками пропонується композиційну суміш, яка забезпечує певні фізико-механічні властивості і має набагато простішу технологію отримання матеріалів³⁹.

За даними польських архівістів, розчин Ліхеніцида 264 (*Lichenicid* 264) (5 г на літр спирту) виявляє біоцидну дію на різні види грибів. Даний препарат малотоксичний, ним можна обробляти стелажі з деревини, картонні коробки та стіни приміщень. Для підвищення ефективності обприскування його треба проводити 2–3 рази з дводенними інтервалами. На жаль, треба сказати, що жоден біоцид не можна вважати безпечним для людини та навколишнього середовища. Тому у відділі біологічних досліджень Національного науково-дослідного реставраційного центру України проведено дослідження з пошуку ефективних фунгіцидів рослинного походження⁴⁰. Виявлено різну – фунгіцидну або фунгістатичну активність препаратів з рослинної сировини стосовно тест-культур. Попередні дані свідчать, що водно-спиртові настої всіх досліджуваних рослин (часнику, календули, м'яти перцевої, аїру, чистотілу тощо), спиртовий настій аїру, мурашиний спирт та спирт 70° не виявили інгібуючої дії на розвиток культур грибів, які використовувалися в досліді. Було встановлено виражену фунгіцидну дію спиртових настоїв часнику та м'яти перцевої на гриби родів *Paecilomices*, *Penicillium* та *Stachybotrys*. Препарати календули та прополісу виявили фунгістатичний вплив на ріст досліджуваних грибів. Для тест-культур грибів встановлено різну стійкість до препаратів, що використовувалися в досліді. Найстійкішими в досліді виявили-

³⁹ Nałęcz D. Doświadczenie powodzi. *Archeion*. Warszawa, 1998. Vol. XCIX. P. 20. URL: https://archiwa.gov.pl/wp-content/uploads/2022/02/Arch_XCIX.pdf (дата звернення: 14.06.2023).

⁴⁰ Кондратюк Т. О., Бідзіля В. О., Кузуб В. В. Дослідження дії біологічно активних речовин природного походження на гриби – пошкоджувачі творів живопису. *Реставрація музейних пам'яток в сучасних умовах. Проблеми та шляхи їх вирішення* : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 1998. С. 65–66.

ся мікроміцети роду *Aspergillus*, найчутливішими – *Stachybotrys* та *Raecilomices*. Науковці також проводили дослідження з вивчення фунгіцидних властивостей прополісу, і деякі експерименти підтвердили ефективність його антимікробної дії. Встановлено, що для дезінфекції грибного ураження достатньо 2% спиртового розчину прополісу, а для бактеріального – 34%.

Треба зауважити, що фунгіциди після застосування стають складовою частиною паперу та змінюють його властивості. При цьому терміни та умови розпаду, а також склад хімічних речовин, що утворюються, сприяють процесу старіння паперу. Тому, вибираючи фунгіцид для оброблення документів з урахуванням наведених вимог, необхідно оцінювати не тільки біологічну активність і мінімальну біоцидну концентрацію препарату, а й фізико-механічні властивості паперу в процесі його старіння. Тільки такий підхід дозволить безпомилково обрати необхідний препарат для кожного конкретного випадку і оцінити економічну ефективність затрат⁴¹.

В окремих літературних джерелах наведено аналіз результатів наукових досліджень щодо умови розвитку мікроорганізмів на пергаментних документах та методи боротьби з ними. У публікаціях є інформація про те, що мікологічне ураження шкіряних оправ виявляється інтенсивнішим ніж пергаменту. Це пов'язано з величиною кислотністю шкіри і стимулюванням росту грибів речовинами, що застосовуються під час оброблення шкіри. Ступінь вразливості пергаменту до дії мікроорганізмів залежить від сировини, способу оброблення та умов зберігання. Усі способи дезінфекції базуються на принципі знищення дії мікроміцетів, однак їх вплив різний. Тому процес дезінфекції повинен бути контрольованим, також бажано здійснювати оцінювання впливу методів дезінфекції на підставі аналізів мікологічного стану об'єктів до, так і після їх оброблення. Зазвичай важливо враховувати, що, крім біологічної дії, фунгіциди й інсектициди можуть мати й побічні дії на матеріали та речовини: папір, клеї, чорнило, фарби, шкіру і пергамент. Якщо під час реставрації пергаменту використовуються розчини хлораміну Б (для виведення плям), то додаткову дезінфекцію здійснювати немає потреби, адже реактив окрім відбілювальних має ще й фунгіцидні властивості, тобто є дезінфектантом.

⁴¹ Володіна О., Коваль Е., Місюра А., Шурубур А. Дослідження антисептиків для профілактики і захисту архівних документів від біоушкоджень. *Студії з архівної справи та документознавства*. 2000. Т. 6. С. 109–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sasd_2000_6_37 (дата звернення: 14.06.2023). Дзендзелюк Л. С., Льода Л. М. Документи на пергаменті: способи дослідження, реставрації, збереження. *Вісник Львівської національної наукової бібліотеки України ім. В. Стефаника*. 2013. Вип. 7. С. 154–160. URL: <https://www.lsl.lviv.ua/wp-content/uploads/Z/Z2013/JRN/PDF/18.pdf> (дата звернення: 14.06.2023).

Видалення кольорових плям з пергаменту, спричинених дією мікроорганізмів, не рятує від спор, що залишаються у товщі шкіри. Тому, після зовнішнього очищення наступною стадією має бути оброблення ураженого об'єкта антифунгальним препаратом. Вибір препарату визначається багатьма факторами – характером і ступенем ураження, способом підготовки (виправлення) шкіри, станом її поверхні тощо. Для дезінфекції пергаменту використовуються різні засоби, в основному ті самі, що й для шкіри. З літературних джерел відомо, що у реставраційній практиці застосовується тимол (5-метил-2-ізопропілфенол), паранітрофенол, ортофенілфенол (2-оксидифеніл), параклорметакрезол, пентахлорфенол, бета-нафтол, трилан, катамін АБ, похідні саліцилової та бензойної кислот⁴². Деякими фахівцями дезінфекція шкіряних оправ здійснюється за допомогою 1%-го водного розчину метатину. Французькими консерваторами дезінфекція пергаменту здійснювалася парами формальдегіду або триоксиметиленом. Зазначимо, що усі фунгіциди повинні мати достатню ефективність, слабку летючість і не викликати зміни кольору або якого-небудь іншого ушкодження шкіри. З метою вибору фунгіциду для обробки уражених цвілевими грибами пергаментів найчастіше віддають перевагу ортофенілфенолу (оксидифенілу) або його натрієвій солі – ортофенілфеноляту натрію. Одновідсоткові спиртові розчини ортофенілфенолу мають достатню фунгіцидну дію й не спричиняють негативного впливу на пергамент. Ортофенілфенол – фунгіцид, який найчастіше рекомендується науковцями Канади. Ними використовується препарат «Лізол», що містить 0,1% ортофенілфенолу в 68%-му етиловому спирті. У вітчизняній літературі назву «лізол» вживають для 50%-них розчинів крезолів у калійному милі. Для дезінфекції використовують 10%-ний водний розчин лізолу. Оброблення рекомендується проводити легким струменем препарату, не допускаючи намокання предметів. Інші дослідники звертають увагу на високу ефективність катаміну АБ, який використовували для знищення збудників бактеріального та грибкового ураження стародавніх рукописів на пергамені, що мали ознаки мікробіологічного ушкодження. Для оброблення ними були використані 3%-ні водно-спиртові (2:1 і 1:3) розчини катаміну АБ. Як зазначають автори цього дослідження, використання етилового спирту в складі розчинника підсилює біоцидні властивості катаміну. Показано, що ці сполуки ефективні проти біодеструкторів пергаменту й водночас не погіршують його фізико-механічних властивостей. Щодо ефективних способів нанесення дезінфікантів на пергамент, то доцільно застосовувати такі способи: нанесення реактиву на поверхню ушкодже-

⁴² Бідзіля В. О. Біоциди в реставраційній практиці (науково-інформаційне видання). Київ, 2003. 58 с.

них і деформованих аркушів за допомогою щітки або витримування між аркушами фільтрувального паперу, зволоженого дезінфікуючим розчином. Звісно, в залежності від виду мікроміцетів необхідно застосовувати дієвіший вид препаратів, а іноді й декілька з них. Можливе співіснування кисневих і безкисневих бактерій, наприклад, грам-позитивних: кисневі виду *Bacillus* і безкисневі виду *Clostridium*, серед яких *Bacillus polimixa*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, а також поруч з ними ще й гриби виду *Aspergillus* і *Penicillium*. За дослідженнями польських фахівців серед дезінфектантів Aseptiny P, Lichenicid і пара-хлор-мета-крезол (РСМС) найдієвішим виявився п-Хлоркрезол. Це підтверджується і в роботі інших польських дослідників, які застосовували 1%-ний спиртовий розчин Aseptiny P, а потім вторинну (ефективнішу) дезінфекцію 1%-ним розчином пара-хлор-мета-крезолом у 75% спирті. Місця, уражені мікроміцетами можна обробляти 96%-ним етиловим спиртом. Він є найбільш м'яким і тому найбільш прийнятним фунгіцидом для музейних предметів. Однак його фунгіцидна ефективність можлива тільки за тривалого контакту з гіфами й спорами грибів. Також для пергаментних рукописів ефективним методом для дезінфекції вважається оброблення газами окису етилену з додатковим обробленням 3–4%-ним розчином пара-хлор-мета-крезолу в ізопропанолі. Однак, ця субстанція є шкідливою для людей і для природного середовища, має наркотичну і отруюючу дію. Сильна токсичність цього засобу вимагає повної герметизації процесу і старанного усунення залишку з продезінфікованого об'єкта.

На сьогодні постійно зростає інтерес до нехімічних способів оброблення бібліотечних документів як найбільш безпечних і екологічно чистих. До таких відносяться глибоке охолодження, мікрохвильве і гамма-опромінення, модифікована атмосфера. Магнітні поля поки-що не використовуються для стабілізації бібліотечних та архівних документів і музейних експонатів. Дослідження впливу постійних і змінних полів на мікроорганізми свідчать про те, що магнітні поля можуть викликати як стимуляцію, так і пригнічення росту мікроорганізмів. Однак, відомо, що для дезінфекції пергаменту можливе застосування магнітних полів. Про іонізуюче опромінення, механізм його дії, вплив на мікроорганізми, і комахи, целюлозу, collagen, а також застосування гамма-опромінення для стерилізації бібліотечних зібрань йдеться у науковій публікації⁴³.

У сучасній практиці фахівці шукають альтернативні методи дезінфекції, без застосування шкідливих хімічних речовин. Наприклад, авто-

⁴³ Rosa H., Strzelczyk A. B., Jutrzenka-Supryn D., Perkowski J. Zastosowanie techniki radiacyjnej do masowej dezynfekcji zbiorów bibliotecznych i archiwaliów. *Notes konserwatorski. Chronimy oryginały*. Warszawa: Biblioteka Narodowa, 2000. Vol. 4. P. 86–105.

рами Teixeira F. S. et al. (Інститут фізики, Університет Сан-Паулу, Бразилія) запропоновано застосування комбінації 4% і 8% етилового спирту у камері із надкритичним вуглекислим газом ($scCO_2$) для знезараження стародавніх книг, заражених мікроміцетами. Головною перевагою застосування надкритичного вуглекислого газу є його нетоксичність, негорючість, доступність і не занадто висока вартість. Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність знезараження документів від мікроміцетів без застосування шкідливих для здоров'я хімікатів⁴⁴.

Зарубіжні дослідники продовжують шукати такі альтернативні засоби, як раціональне використання саме натуральних рослинних продуктів. Іспанськими дослідниками було проведено протигрибкову активність ефірних олій анісу та лемонграсу проти чотирьох штамів грибів, виділених із повітря у приміщенні сховищ Національного архіву Куби. Було виявлено, що обидві ефірні олії показали позитивну протигрибкову дію проти всіх штамів у концентрації 50%, за винятком *Aspergillus flavus* у першому випадку та *Aspergillus niger* у останньому. Активність обох олій була негативною на 10% для всіх штамів, окрім ефірної олії лемонграсу проти *Penicillium aurantiogriseum*, також спостерігалось ураження в конідіогенезі роду *Aspergillus*⁴⁵.

Саме тому доцільно проводити періодичний аеробіологічний моніторинг у фондах, де зберігаються особливо цінні документи для виявлення аеробних, гетеротрофних бактерій та грибів, що, безумовно, дозволить правильно підібрати методи для дезінфекції документів. Адже якість повітря може впливати не лише на зберігання рукописів та друкованих книг а й на здоров'я користувачів та персоналу установи.

Необхідність ефективного здійснення комплексу санітарно-гігієнічних заходів в бібліотечних установах зумовлена також важливим медичним аспектом можливістю підвищення чутливості організму працівників до пилових часток і продуктів обміну мікроорганізмів. Чинник ризику підвищення чутливості співробітників, які безпосередньо працюють з бібліотечними та архівними фондами, є дуже істотним через скупчення на відносно невеликій площі великої кількості документів різних видів з використанням багатьох матеріалів, характер яких сприяє накопиченню пилу. Тож знепилення приміщень та фондів бібліотек варто розглядати не

⁴⁴ Teixeira F. S. et al. Disinfection of ancient paper contaminated with fungi using supercritical carbon dioxide. *Journal of Cultural Heritage*. 2018. Vol. 30. P. 110–116.

⁴⁵ Valdés O., Borrego S. F., Martínez K., Ortiz Y. Biocidal activity of two plants harvested in Cuba against isolated fungi from the archive repositories environments. *Ciencias de la Información*. 2016. Vol. 47. P. 37–42. URL: <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciasdelainformacion/2016/vol47/no3/5.pdf> (дата звернення: 14.06.2023).

тільки як захід для збереження документів, а й як профілактику мікробіологічного ураження.

Підсумовуючи все вище викладене, зазначимо, що на основі проаналізованих досліджених дезінфікуючих засобів кожний із видів паперу, які використано як матеріальну основу особливо цінних документів має свої індивідуальні особливості стосовно оброблення їх різними розчинами фунгіцидів, що пов'язано з фізико-хімічними та капілярно-гігроскопічними властивостями паперу. Тому вибір дезінфікуючих засобів необхідно проводити передусім із урахуванням інформації про різні методи оброблення, відповідні результати комплексних досліджень, насамперед мікробіологічних.

Не варто забувати про необхідність дотримання правил використання та розведення концентрованих дезінфікуючих засобів, так як їх надмірна концентрація може призвести до погіршення структури матеріалу документа та викликати у персоналу як алергічні реакції, так і пошкодити слизисті оболонки очей та верхніх дихальних шляхів. Тому необхідно уникати застосування дезінфекційних засобів, які не є апробованими та затвердженими Міністерство охорони здоров'я України.

РОЗДІЛ 4

СУЧАСНА ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ СХОВИЩ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ОСОБЛИВО ЦІННИХ ФОНДІВ НБУВ, ЩО СТАНОВЛЯТЬ КУЛЬТУРНЕ НАДБАННЯ УКРАЇНИ

За 105 років існування НБУВ, незважаючи на усі поневіряння в найскрутніших умовах соціальних, політичних та екологічних катаклізмів і нестабільностей, воєнних дій, що суттєво перешкоджає сталим нормальним умовам роботи, її співробітники завжди дбали про збереження бібліотечних фондів. Початок комплектування особливо цінних бібліотечних фондів, що становлять культурне надбання України, припав на буреломні післяреволюційні роки громадянської війни – книги надходили з різних місць та установ, де вони здебільшого були недоглянуті, а упродовж 20-тих років вже в бібліотеці зберігалися в непристосованих неопалюваних приміщеннях, що призвело до пошкоджень їх матеріальної основи: фізико-механічних, хімічних, мікологічних та ентомологічних тощо. Коли на початку 30-х рр. бібліотека отримала будівлю по вул. Володимирській, 62, було створено спеціальну групу з догляду в сховищах за фізичним станом фондів.

Первинна модель екологічного моніторингу сховищ починалась з вивчення спеціальної літератури, контролю параметрів температури та вологості повітря, знепилювання, просушування зволожених книг, ізоляції та дезінфекції уражених книг.

З 1937 р. у складі методичного відділу було створено групу гігієни та реставрації книжкових фондів. Це був початок базової моделі екологічного моніторингу сховищ та систематичної роботи зі збереження фондів: створювалась нормативна база, був сформований бібліографічний список «Гігієна та реставрація книг» (1781–1937 рр.), укомплектована методична бібліотечка, оптимізовано методики з питань дезінфекції та дезінсекції, реставрації, умов зберігання, захисту фондів тощо, враховуючи досвід зарубіжних бібліотечних асоціацій США, європейських країн та республік СРСР. У 1992 р. у НБУВ створення Центру консервації та реставрації було новим етапом вже сучасної моделі екологічного моніторингу сховищ, який відповідно до викликів часу в 2023 р. було осучаснено та

трансформовано у Центр збереження і оцифрування фондів (ЦЗОФ). Так сталося, що з 2020 р. відносно стабільне існування НБУВ знову було порушене неординарними подіями: спочатку було запроваджено в Україні загальнонаціональний карантин з метою запобігання поширенню гострої респіраторної хвороби COVID-19. Це призвело до кардинальної зміни функціонування бібліотеки з середини березня 2020 р. з переходом переважно у дистанційний режим, коли сховища, де зберігаються особливо цінні бібліотечні фонди, були зачинені. З 2021 р. НБУВ частково повернулася до звичного режиму роботи, але введення воєнного стану з 24 лютого 2022 р. у зв'язку з військовою агресією РФ проти України знову призвело до чергового зачинення сховищ на місяці, аж до червня 2022 р. На сьогодні, незважаючи на продовження воєнного стану та періодичні обстріли міста Києва, НБУВ працює і усі роботи, необхідні для забезпечення збереження особливо цінних бібліотечних фондів, виконуються.

З кінця минулого сторіччя для забезпечення максимального збереження особливо цінних бібліотечних фондів з мінімальним втручанням в структуру самих документів та запобігання перетворення потенційної загрози для бібліотечних фондів в реальну небезпеку застосовують превентивну консервацію як пріоритетну, цьому присвячено наукове видання. Сучасна динамічна модель екологічного моніторингу сховищ для зберігання особливо цінних фондів НБУВ включає систему заходів для забезпечення комплексного захисту, що направлена на уповільнення процесів старіння шляхом створення та підтримання нормативних умов (режимів) зберігання та використання фазової консервації. Положеннями діючого стандарту ДСТУ «ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги» визначені основні нормативні вимоги до режимів зберігання фондів: температурно-вологісного, санітарно-гігієнічного та світлового.

Показники температурно-вологісного режиму є одними з головних параметрів, що призначені мінімізувати пошкоджуючий вплив на документи ненормативних температури та вологості повітря у сховищах. Температура повітря обернено пропорційна його вологості: за підвищення температури вологість знижується, під час зниження – підвищується. Для матеріальної основи документів найбільш шкідливими є підвищені вище норми значення цих параметрів. Дослідниками паперу встановлено, що чим вище температура і відповідно нижча вологість, тим швидше старіють складові паперу, клею, картону, тканини, шкіри тощо. Процеси зміни початкових властивостей протікають у них інтенсивніше, матеріали пересихають, стають ламкими. Не менш шкідлива надмірна вологість: матеріальна основа документа набухає, її міцність знижується, створюються сприят-

ливій умови для мікологічного ураження. Особливу загрозу становлять короточасні різкі перепади температури та вологості: вони призводять до деформації матеріальної основи документів, руйнують їх структуру. У випадку збільшення вологості значно вище норми сильніше проявляється шкідливий вплив на матеріальну основу документів хімічних домішок з повітря. Головна вимога щодо підтримання температурно-вологісного режиму зберігання документів полягає у забезпеченні його сталості. Відхилення показників температури та відносної вологості навіть на невеликий період часу є шкідливими. Вже під час короточасного підвищення відносної вологості повітря понад 70–80% або за різкої зміни температури повітря, може утворюватися конденсат на поверхні документів, що активізує проростання спор мікроскопічних грибів і подальший їх розвиток, навіть після відновлення нормативного режиму зберігання. Мікроскопічні гриби мають рухливу систему обміну речовин. Волога в матеріальній основі документів їм необхідна для проростання, а всі умови для подальшого розвитку вони здатні забезпечувати собі самостійно. Крім того важливо, щоб температурно-вологісний режим зберігання документів був однаковим по усій площі сховища. У сховищах, що погано вентиліюються, утворюються зони застійного повітря, особливо в кутках приміщення, поблизу зовнішніх стін. Для мікроклімату таких ділянок характерна підвищена вологість повітря та відповідно підвищений вміст води в матеріалах. Тому особливо важливим, за відсутності кондиціонування або примусової вентиляції, є підтримання температурно-вологісного режиму завдяки регулярному провітрюванню. Температура та вологість повітря в приміщеннях залежать від багатьох факторів: конструкції будівлі та властивостей матеріалів, використаних для її будівництва, наявності і типу вентиляційної та опалювальної систем, кліматичних особливостей регіону, розташування бібліотеки, пори року, доби тощо.

Система контролю та управління мікрокліматом сховищ НБУВ, де зберігаються особливо цінні бібліотечні фонди, складається з формування електронної бази даних показників температурно-вологісного режиму «Моніторинг температурно-вологісного стану НБУВ» через систему автоматизації бібліотек «РБІС64», їх аналізу з метою виявлення можливостей впливу на кліматологічну ситуацію у сховищах та регулювання параметрів мікроклімату. Починаючи з 2020 р., на відміну від попередніх років, підтримання режимів зберігання фондів у сховищах НБУВ має ряд відмінностей, а саме: перехід на дистанційну роботу співробітників та тривалі періоди закриття сховищ, які були зумовлені незапланованими введеннями жорсткого карантину та воєнного стану в Україні, котрий триває і донині. Це призвело до того, що тривалі періоди часу повітрообмін повітря сховищ з навколишнім середовищем було зведено до мініму-

му, що з однієї сторони позитивно вплинуло на потрапляння гарячого повітря з навколишнього середовища до сховищ під час спекотних періодів, а це, в свою чергу, не призвело до значного підвищення температури в сховищах (у літні періоди температура на 1,0–3,0°C була нижчою у порівнянні з попередніми роками), а також перешкодило потраплянню шкідливих речовин з повітря навколишнього середовища; на сьогодні ці показники періодично перевищували усі допустимі норми. З іншого боку – відсутність будь-якого руху повітря в сховищах склало загрозу утворення зон застійного повітря. Тому для запобігання утворенню негативних застійних зон повітря в зачинених сховищах фондоутримувачі, незважаючи на загрози, за можливості здійснювали чергування у сховищах з провітрюванням за сприятливих умов та погоди навіть під час суворого карантину та воєнного стану, коли не працював транспорт.

У наш час для клімату Києва нерідко характерними є різкі перепади температури та відносної вологості повітря, що позначається відповідно і на мікрокліматі у сховищах. Глобальне потепління, яке останні десятиріччя поступово підвищує температуру повітря навколишнього середовища в усі пори року, відповідно впливає на мікроклімат сховищ. Так, в останні роки у сховищах корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62, де зберігаються особливо цінні бібліотечні фонди, температура в холодні періоди, якщо працювала система опалювання, в основному була в межах нормативних вимог і становила 16,0–20,0°C, крім верхніх та нижніх поверхів будівлі, де температура під час похолодання знижувалась до 10,0–13,0°C, що не занадто впливає на збереження документів. Отже не дуже холодні зими останніх років дозволяють підтримувати температуру у сховищах в середньому на 1,0–2,0°C вище, ніж зазвичай в попередні холодні зими, навіть за недостатнього опалювання. У 2021 р. в опалювальний період у корпусі НБУВ по вул. Володимирській, 62 опалювання взагалі було відсутнє через аварію опалювальної системи, тому температура в сховищах була нижча за нормативні показники. Такі умови виявилися сприятливими для збереження бібліотечних фондів, аж поки температура у сховищах не опустилася нижче за +2°C. У лютому 2021 р. у найхолодніші дні температура місцями сягала невеликих мінусових позначок, оскільки для паперу зберігання за стабільно низьких плюсових температур, особливо від +2 до +8°C, є досить сприятливим, за умов відсутності конденсації водяної пари на матеріалі. За цих умов у целюлозних матеріалах не відбуваються фізико-хімічні зміни та не розвиваються мікроорганізми. Ще одним стресовим впливом на стан температурно-вологісного режиму сховищ корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62 стала аварійна ситуація, що виникла 10.10.2022. Внаслідок бомбардування Києва ра-

кетами ударною хвилею було розбито великі та малі вікна на третьому поверсі основної частини та порушено герметизацію та цілісність вікон на другому поверсі у сховищі Інституту рукопису. Полімерна плівка, якою було тимчасово закриті пошкоджені вікна, з початку морозів (того року вони розпочалися досить рано – з другої половини листопада) не стала суттєвою перешкодою для холоду, відповідно і температура у корпусі по вул. Володимирській, 62 була нижчою за нормативні вимоги і більш залежною від коливань температури навколишнього повітря. Осінь 2023 р., яка виявилася теж більш теплою ніж зазвичай, дозволила змістити початок опалювального періоду більш ніж на місяць до 20.11.2023. Таким чином кожного року оптимальним періодом відповідності параметрів температурно-вологісного режиму у сховищах нормативним вимогам стандарту з консервації документів є період з середини весни до початку спеки влітку. Ще одним сприятливим щорічним мікрокліматичним періодом у сховищах є осінній: після закінчення спеки і до чергового сильного похолодання.

У літні періоди за останні три роки, починаючи з 2021 р., загалом температура в сховищах знаходилась в межах нормативних вимог, лише на нижніх поверхах, в основній же частині сховищ через відсутність кондиціонерів температура в спекотні періоди сягала 28,0–29,0°C з екстремальними відхиленнями до 30,0–32,1°C на верхніх поверхах, що розташовані під дахом. Відносна вологість повітря в сховищах відповідала нормативним вимогам та становила 50–55%.

Суттєвим наглядним доповненням до електронної бази даних показників температурно-вологісного режиму «Моніторинг температурно-вологісного стану НБУВ», є наведені у виданні графіки залежності параметрів мікроклімату окремих сховищ від пори року. Для конкретизації залежності параметрів мікроклімату від місця розташування сховищ для побудови графіків були вибрані підрозділи, сховища яких розташовані на першому та останньому поверхах будівлі корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62 – це відділ фонду юдаїки ІР та відділ стародруків та рідкісних видань ІК. Наприклад, графік «Динаміка параметрів температури в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі фонду юдаїки» наведено на рис. 4.1.

На графіку наочно показано значні сезонні та добові коливання температури повітря у сховищах відділу фонду юдаїки, оскільки вони розташовані на останньому четвертому поверсі під дахом основної будівлі корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62, що зумовлює більшу залежність температури сховищ від перепадів температури повітря навколишнього середовища через додатковий нагрів крізь поверхню даху будівлі.

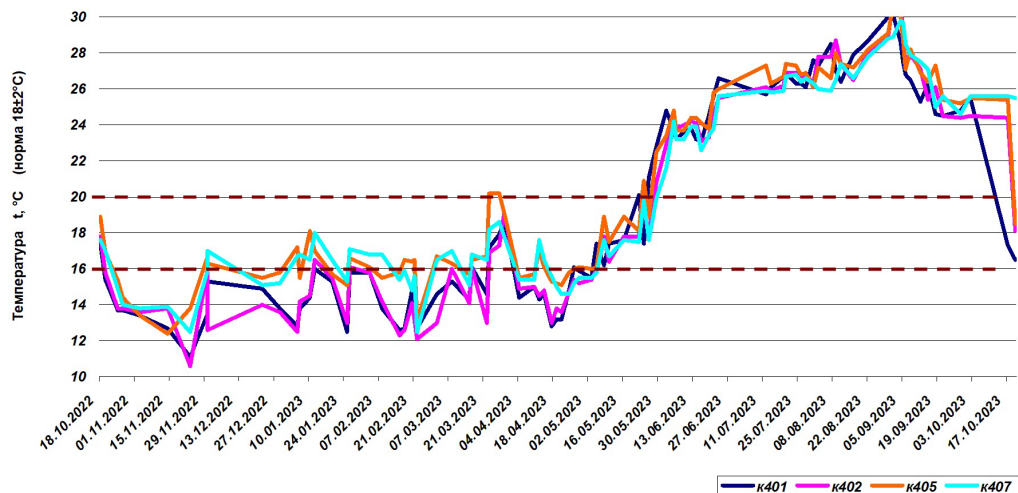


Рис. 4.1. Динаміка параметрів температури повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі фонду юдаїки

Водночас аналіз графіку «Динаміка параметрів вологості повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі фонду юдаїки», зображеному на рис. 4.2, хоч і виявляє сезонну, однак значно меншу залежність відносної вологості повітря сховищ відділу фонду юдаїки від навколишнього середовища.

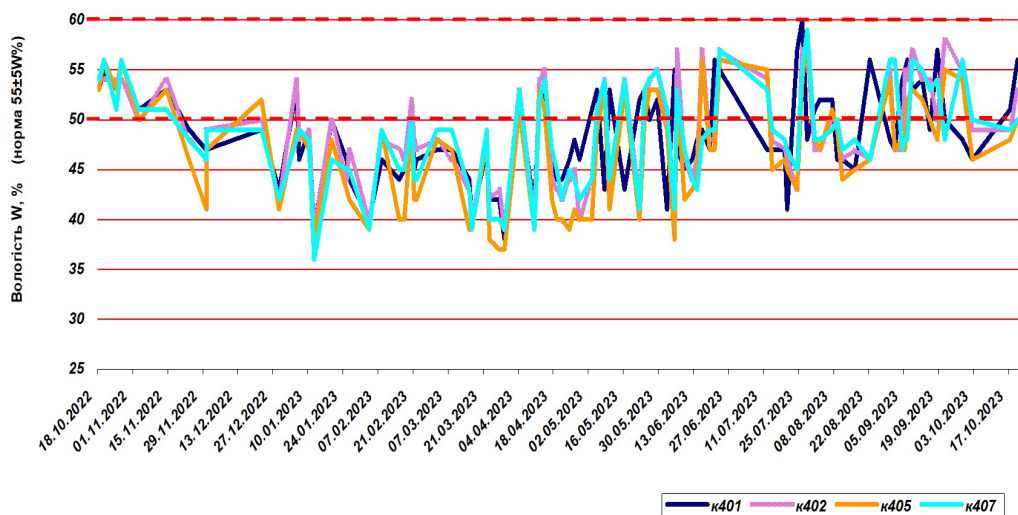


Рис. 4.2. Динаміка параметрів вологості повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі фонду юдаїки

Це пояснюється ще й відповідальним ставленням фондоутримачів до рекомендацій, розроблених фахівцями відділу наукових технологій збереження фондів з організації раціонального провітрювання сховищ з урахуванням параметрів повітря довкілля, що дозволяє за повної відсутності автоматичних засобів регулювання параметрів мікроклімату (кондиціонерів), особливо в літній період, перешкоджати потраплянню до сховищ надмірної вологості з повітрям під час провітрювання, коли в сховищі нормативні показники, або, навпаки, підвищувати вологість, якщо її в сховищі недостатньо. Аналіз графіків «Динаміка параметрів температури повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі стародруків та рідкісних видань», які наведені на рис. 4.3 та рис. 4.4, дозволяє встановити різницю показників температури у сховищах на першому та останньому восьмому поверхах основної будівлі корпусу НБУВ по вул. Володимирській, 62, що відповідає меншому негативному впливу на мікроклімат сховищ першого поверху різких коливань температури довкілля ніж на мікроклімат сховища, яке знаходиться під дахом будівлі.

Відповідно і відносна вологість повітря сховищ першого поверху більш відповідає нормативним вимогам, особливо в опалювальний період, ніж сховища без вікон на восьмому поверсі під дахом будівлі, де провітрювання здійснюється лише через двері. На рис. 4.5 та рис. 4.6 зображено динаміку параметрів вологості повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі стародруків та рідкісних видань.

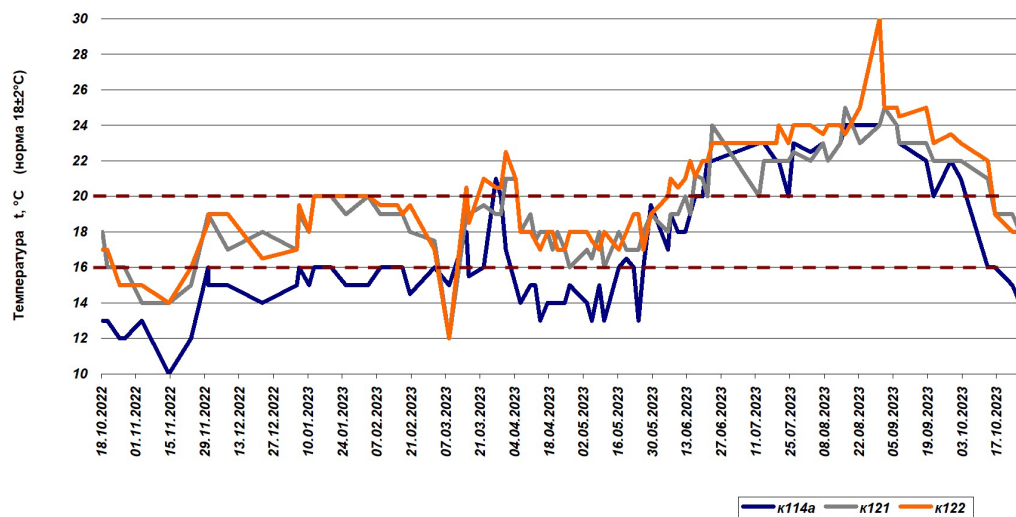


Рис. 4.3. Динаміка параметрів температури повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі стародруків і рідкісних видань

116 Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів

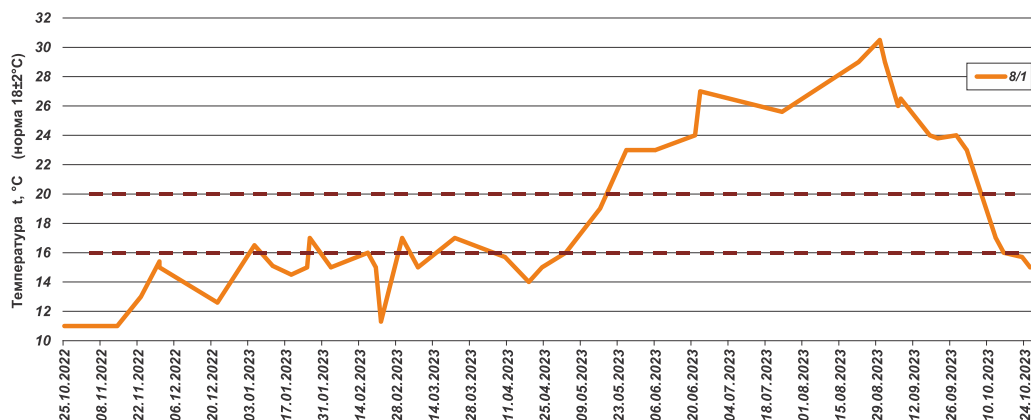


Рис. 4.4. Динаміка параметрів температури повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у приміщенні 8/1 відділу стародруків і рідкісних видань

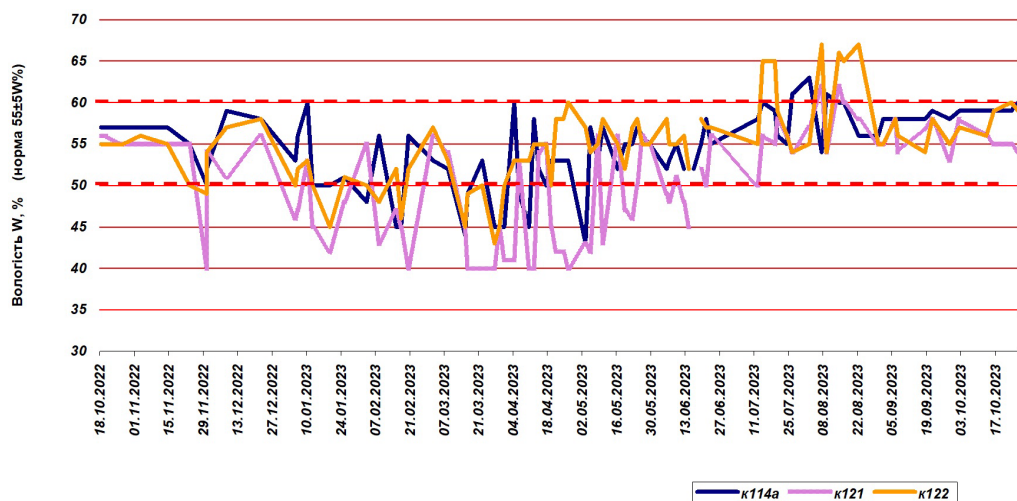


Рис. 4.5. Динаміка параметрів вологості повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у відділі стародруків і рідкісних видань

На сьогодні необхідною та достатньою умовою для забезпечення сталих, відповідних нормативним вимогам режимів зберігання фондів, за наявності фінансування, є оснащення сховищ сучасним ефективним, однак високовартісним обладнанням. Це сучасні кондиціонери, раціональні системи клімат-контролю, досконалі контрольні-вимірні прилади для контролю режимів зберігання фондів тощо. Прилади для контролю тем-

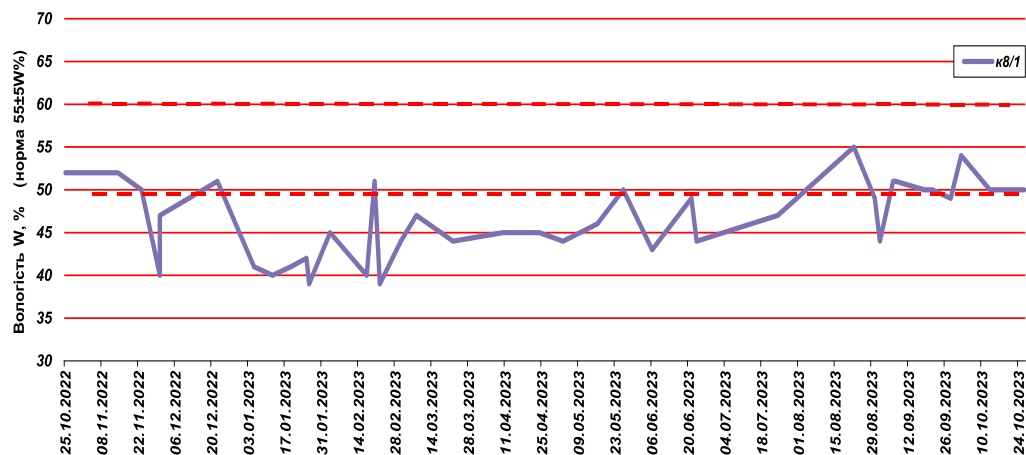


Рис. 4.6. Динаміка параметрів вологості повітря в опалювальний і неопалювальний періоди 2022–2023 рр. у приміщенні 8/1 відділу стародруків і рідкісних видань

температурно-вологісного режиму, які сьогодні використовуються в сховищах НБУВ, були придбані ще в минулому та на початку цього сторіччя, тож потребують переоснащення. Прилади ВІТ-1, ВІТ-2, що потребують постійного ручного обслуговування для їх роботи: заміну батисту, заправку дистильованою водою, регулярного очищення, є уразливими через крихкість скляних судин для дистильованої води та скляних термометрів, тож є досить недосконалими у порівнянні із сучасними приладами. Електронні прилади китайського виробництва DT-3 (відносно недорогі) більш зручні в використанні та потребують лише регулярної заміни батарейок. Однак через декілька років використання DT-3 в більшості своїй достовірно вимірюють лише температуру, помилка у визначенні відносної вологості повітря може становити 10–30%, що є неприпустимим. Лише декілька приладів DT-3 з усієї кількості встановлених реально відображають показники температурно-вологісного режиму.

Стрімкий розвиток та вдосконалення сучасного виробництва приладів для контролю температурно-вологісного режиму в усьому світі призвели до того, що прилади, які рекомендовано у додатку до ДСТУ «ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги» нині вже застаріли, тож не актуальні. Крім того, ці прилади на ринку України переважно імпортного виробництва, і пропозиції постійно оновлюються та змінюються. Тому для заміни і осучаснення всіх наявних в НБУВ приладів для контролю температурно-вологісного режиму, за умови наявного фінансування, необхідно провести моніторинг ринкових пропозицій таких прила-

дів. За даними цього моніторингу стає зрозуміло, що прилади від надійних виробників більш якісні та довше прослужать, ніж більш дешеві.

Найбільш раціональним вирішенням проблеми підтримання нормативів мікроклімату у сховищах було б оснащення їх сучасними системами клімат-контролю. На сьогодні прикладом досконалого керування мікрокліматом можуть бути кліматичні системи Noval – сучасні децентралізовані рішення для опалення, охолодження та вентиляції великих приміщень з широким спектром застосувань, що проектуються з урахуванням індивідуальних вимог. Гнучкість цих систем зумовлена можливістю легкого переконфігурування так, щоб вони відповідали зміненим потребам, забезпечуючи в майбутньому довгострокові результати. Модульні системи вентиляції, опалювання та охолодження об'єднують блоки, розсереджені у приміщенні, а також систему керування ними на основі запитів. Встановлені у конкретних локаціях, ці системи забезпечують оптимальні кліматичні умови в усьому приміщенні, навіть за умови різних вимог для різних зон цього приміщення. Припливно-витягувальні, припливні та рециркуляційні агрегати оснащені оптимізованим розподілом повітря та, за необхідності, власними системами генерації тепла та холоду. Децентралізовані кліматичні системи Noval успішно створюють нормативний мікроклімат у великих приміщеннях за мінімального споживання енергії. На відміну від централізованих систем вони мають модульну структуру, за якої одна система містить численні і часто різноманітні внутрішні блоки для кондиціонування повітря. Це гарантує їй максимальну пристосованість та гнучкість на всіх етапах: проєктування, встановлення, експлуатації та технічного обслуговування. Системи створення мікроклімату в приміщеннях Noval встановлюються під стелею чи на даху та розподіляють повітря по всьому приміщенню. Вони подають повітря безпосередньо до приміщення, не маючи повітроводів для подавання та видалення повітря, що не потребує додаткового простору, сприяє забезпеченню гігієни та є ефективним. Ці системи є енергозберігаючими, кардинально зменшують температурне розшарування (стратифікацію) усередині приміщень, зводячи до мінімуму втрати тепла через дах. Завдяки своїй високій вентиляційній ефективності, ці системи потребують менше повітря для циркуляції та оброблення, що зменшує енерговитрати та знижує кількість тепла, необхідного на вентиляцію. Системи контролю та регулювання, що розроблені спеціально для децентралізованої системи, надійно забезпечують оптимальне використання ресурсів і, таким чином, знижують експлуатаційні витрати. Агрегати для створення мікроклімату регулюються індивідуально та контролюються зонально. Суттєвий недолік цих систем – їх висока вартість. Водночас треба враховувати, що на момент появи достатнього

фінансування, ринкова пропозиція скоріше за все буде вже іншою і відповідати вимогам часу.

Підсумовуючи викладене, слід додати, що виходячи з наявних сьогодні можливостей, для наближення існуючих параметрів режимів зберігання особливо цінних бібліотечних фондів до нормативних, необхідно забезпечувати у сховищах постійний повітрообмін шляхом провітрювання. Важливо використовувати будь-яку можливість для провітрювання. Під час провітрювання необхідно враховувати стан як повітря у сховищах, так і параметри зовнішнього повітря. Так, не доцільно провітрювати сховища під час сильного вітру, коли швидкість вітру вище 10 м/с. Весною необхідно нарощувати інтенсивність провітрювання. Улітку бажано поєднувати більш тривале провітрювання з ранковим вологим прибиранням та здійснювати короткочасні провітрювання вдень. У спекотні дні провітрювання слід обмежувати ранковими годинами до дев'ятої – одинадцятої годин, а за підвищеної вологості зовнішнього повітря краще провітрювати у денні години з дванадцятої до сімнадцятої годин. Восени бажано поступово скорочувати кількість та тривалість провітрювань. Після значного осіннього похолодання, рекомендується загалом провітрювати у теплу сонячну погоду. Відповідно взимку бажано, щоб кожне провітрювання не перевищувало 10 хвилин для запобігання різких перепадів температури і вологості повітря в сховищах, що набагато шкідливіше для фондів, ніж порушення нормативів на 1,5–2% вологості або 2–3°C. Короткочасні та регулярні провітрювання впливають на нормалізацію температурно-вологісного режиму краще, ніж одне провітрювання упродовж тривалого часу. Особливої уваги потребує мікроклімат у сховищах на початку і по завершенню опалювального сезону, в періоди сильних морозів або спеки, а також під час виникнення природних катаклізмів, стихійних явищ, аварійних ситуацій, які пов'язані з відключенням або несправністю тепломереж або з порушенням термо- і гідроізоляції приміщень, коли можливі різкі зміни температури і вологості повітря у приміщенні. Також для збільшення вологості у сховищах з сухим повітрям необхідно грамотно здійснювати вологе прибирання.

Для покращання стану температурно-вологісного режиму зберігання фондів та запобігання утворювання застійних зон повітря у сховищах НБУВ фахівцям Центру збереження і оцифрування фондів необхідно пролонгувати «Рекомендації щодо покращення стану температурно-вологісного режиму зберігання фондів у сховищах НБУВ у літню спеку».

Необхідною складовою сучасного екологічного моніторингу сховищ і фондів є підтримання також нормативів світлового режиму – режиму зберігання, який призначений для забезпечення захисту документів від

шкідливого впливу світла. Світло є різновидом електромагнітного випромінювання, властивості якого залежать від довжини хвилі. Сонячне світло містить хвилі трьох областей: ультрафіолетової, видимої та інфрачервоної. Чим коротшою є довжина світлової хвилі – тим більшої шкоди вона завдає бібліотечним матеріалам. Людське око реагує лише на обмежену частину спектра, що називається видимою областю, а ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання є невидимою областю. Природне світло є найбільшою небезпекою для документів: навіть розсіяне сонячне світло містить велику кількість ультрафіолетового випромінювання. Найбільш руйнівний вплив на папір має ультрафіолетове випромінювання, хоча папір, що містить деревну масу, деградує навіть під впливом видимого світла. Дія світла на папір дуже складна та завжди шкідлива, паперова основа поглинає частину променів. Видиме світло з довжиною хвилі 400–700 нм може активізувати хімічні реакції, а світло з зазначеною довжиною хвилі викликає найбільше занепокоєння, оскільки призводить до фотохімічних реакцій (деградації), запускаючи механізми знебарвлення різних речовин та матеріалів. Інфрачервоні промені, поглинуті папером, нагрівають його поверхню, ультрафіолетові викликають у целюлозі незворотнє пожовтіння паперу. Крім того, світлове випромінювання посилює руйнівну дію вологи на папір, а також інтенсифікує процеси, що відбуваються з бібліотечними фондами під час довготермінового зберігання, а саме вицвітання, згасання тексту або зображення, зміну кольорів, зниження міцності і еластичності документів. Хімічні реакції, що почалися під впливом світла, продовжуються навіть після того, як джерело світла вимкнено та документи знову опиняються у темряві. Пошкодження, викликані світловим випромінюванням, незворотні. Також будь-яка експозиція матеріалів на світлі, навіть за короткий час, призводить до руйнування, яке накопичується та стає незворотним і може призвести до появи фоксингів (бурих плям). Штучне освітлення має аналогічний негативний вплив на бібліотечні фонди. Особливо небезпечні люмінесцентні лампи, оскільки створюють високий рівень ультрафіолетового випромінювання (до 30% світлового потоку). Менш шкідливе освітлення дають лампи розжарювання, однак вони мають низьку світлову віддачу, малий термін служби і інший склад випромінювання, що сильно відрізняється від сонячного спектру світла. Ці джерела освітлення вже застаріли, на відміну від сучасних ламп Led, тож світлодіодне освітлення стало справжнім проривом, це освітлення вважається найбільш безпечним, комфортним та вигідним. Застосування світлодіодних ламп як джерел світла у сховищах має чимало переваг, а саме: вони споживають мінімальну кількість електроенергії, мають тривалий термін служби з великою світловіддачею, є більш екологічними та не вимагають спеціальної утилізації. Такі лампи вмикаються миттєво, не

вимагають часу на «розігрів». Вони не мерехтять, як їхні аналоги, майже не подразнюють та не здійснюють великого навантаження на органи зору. Значна перевага світлодіодів – їх тривалий термін служби: лампи від надійних виробників служать до 100 тис. годин, що майже в 40 разів довше, ніж термін життя звичайних лампочок розжарювання. Суттєво зменшується кількість заміни лампочок через незаплановані відключення світла та інших проблем, пов'язаних зі швидким їх перегоранням. Зменшуються ризики заміни світильників, які розташовані на великій висоті або в інших незручних для обслуговування місцях. Модернізація освітлення та заміна звичайних ламп на Led дозволяє здебільшого скоротити витрати на енергоресурси на 60–75%. З екологічної точки зору світлодіодні лампи ще й більш безпечні, тому що вони не містять токсичних речовин і не забруднюють довкілля. Вони не транслюють небезпечні здоров'ю людини хвилі та майже не виділяють під час роботи тепло. До того ж світлодіоди можуть працювати на низьковольтних мережах. Самі по собі світлодіоди дуже варіативні за розмірами, завдяки чому можуть бути елементами для освітлювальних приладів будь-якого розміру та форми. У світлодіодних ламп є ще чимало інших переваг – відмінна передача кольору, генерація направленого випромінювання, здатність працювати у широкому діапазоні температур. Такі лампи освітлюють простір під кутом у 180 градусів, що дозволяє сконцентровано спрямовувати світло і не витрачати ресурси даремно. Не освітлюється стеля і ті зони приміщення, які наразі не потребують освітлення. Світильники, оснащені світлодіодними лампами, транслюють всю енергію вниз, що дає можливість знизити витрати і користуватися тільки тим світлом, яке дійсно необхідне з практичного погляду. Світлодіодні джерела світла можна використовувати у будь-яких конструкціях. Елементи можуть бути об'єднані в пучки, розміщені смугою, використовуватись у будь-якій необхідній кількості. Ця властивість дозволяє створювати величезну кількість ламп з різними потрібними характеристиками і функціями. Чудовим, на нашу думку, довідковим джерелом щодо методів збереження культурної спадщини, зокрема, вимірювання світла та його складових послуговує спільне онлайн видання NEDCC Preservation Leaflets (Записки щодо збереження NEDCC)⁴⁶ американських дослідників із державного фонду США для сприяння гуманітарним наукам «Національний фонд гуманітарних наук» (National Endowment for the Humanities: <https://www.neh.gov>), Ради масової культури (Mass Cultural Council: <https://massculturalcouncil.org>), діяльність якої спрямована на роз-

⁴⁶ NEDCC Preservation Leaflets. Content. National Endowment for the Humanities, Mass Cultural Council, Northeast Document Conservation Center. Andover (USA), 2006. URL: <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/overview> (дата звернення: 02.01.2023).

виток культури в штаті Массачусетс (США) і Північно-східного центру збереження документів (Northeast Document Conservation Center), на вебсайті якого і надається доступ до цього «живого довідника». Зазначимо, що довідкова інформація постійно оновлюється і необов'язково тими спеціалістами, які написали перший матеріал. Проблема потрапляння світла в цілому та його складових на об'єкти культурної спадщини присвячений розділ 2.4 «Захист від пошкоджень світлом» (Protection from Light Damage).

Для забезпечення довготривалого зберігання особливо цінних бібліотечних фондів доцільно зберігати їх у темряві, максимально скорочуючи тривалість освітлення у випадках, коли воно необхідне. Під час природного освітлення необхідно застосовувати світлозахисні пристрої – фільтри, штори, жалюзі, під час штучного – забезпечувати потік відбитого чи розсіяного світла. За вимогами стандарту з консервації документів норма освітленості на поверхні документів встановлена не більше 75 лк, під час огляду – не більше 150 лк. Сонце, ртутні лампи, галогенові лампи та флуоресцентні джерела денного світла є найнебезпечнішими засобами освітлення, оскільки вони створюють високий рівень ультрафіолетового випромінювання. Під час експонування світловий потік, що потрапляє на бібліотечні документи, повинен бути мінімальним. Враховуючи те, що денне світло містить найбільшу частку ультрафіолетового випромінювання, його вплив необхідно, за можливості, виключити або мінімізувати, оснастивши вітрини захисними плівками або темною щільною тканиною, використовувати різні способи розсіювання світлового потоку тощо. Існують нормативні вимоги не тільки до типів ламп, а до їх розміщення в сховищах, що відображено у відповідних нормативних документах. Так відстань від світильників до найближчого документа повинна бути не менше 0,5 м. Лампи монтують у захисних закритих плафонах, щоб забезпечити не тільки рівномірне розсіяне світло, але й гарантувати безпеку.

Регулярний моніторинг світлового режиму сховищ НБУВ було розпочато з моменту створення Центру консервації та реставрації. Вимірювання освітленості поверхонь документів здійснювалось за допомогою приладу люксметр Ю-117. Для забезпечення нормативного світлового режиму та зменшення негативного впливу світла на документи на основі отриманої бази даних з освітленості та наявних можливостей була проведена наполеглива робота щодо поступового оснащення вікон у сховищах захисними засобами (штори, жалюзі); було забезпечене правильне розміщення стелажів у сховищах перпендикулярно до вікон відповідно до вимог стандарту, здійснено оптимальне розташування джерел освітлення у сховищах та більшості випадків осучаснено самі джерела освітлення шляхом заміни на сучасні, менш шкідливі та економні лампи.

Результат цієї роботи з поступового зниження освітленості фондів відображається на гістограмах, які характеризують освітленість у сховищах відділу фонду юдаїки та відділу стародруків та рідкісних видань у 2005 р. та 2020 р. Порівняльна гістограма «Освітленість у відділі фонду юдаїки» (рис. 4.7) яскраво ілюструє зменшення освітленості біля вікон у сховищах відділу фонду юдаїки після їх оснащення захисними жалюзіями та шторами. Різниця освітленості в сховищах із вікнами та сховищі, де відсутні вікна, чітко прослідковується на гістограмі «Освітленість у відділі стародруків та рідкісних видань» (рис. 4.8).

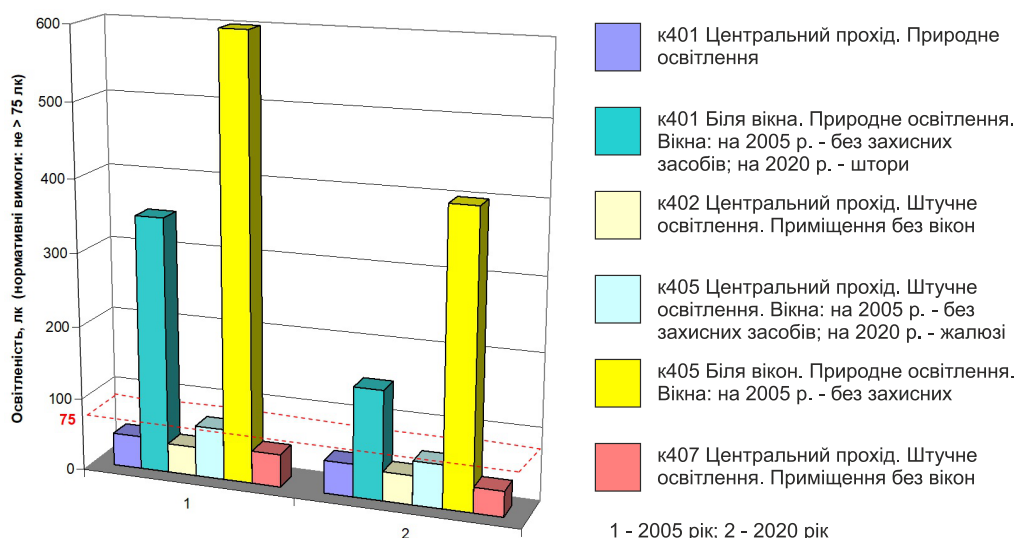


Рис. 4.7. Освітленість у відділі фонду юдаїки

Враховуючи те, що матеріали, з яких виготовлені захисні штори та жалюзі, що встановлені на вікнах у сховищах, підлягають нещадному руйнівному впливу сонячного випромінювання, особливо влітку, і відповідно постійно деструктують, необхідно регулярно здійснювати контроль за їх станом та за потреби замінювати на нові. Більш якісні захисні засоби на вікна потребують відповідно і більших коштів.

Для оптимізації роботи з підтримання усіх нормативних режимів зберігання фондів НБУВ кожного року необхідно продовжити розроблення положень «Переліку заходів для підтримання нормативних режимів зберігання фондів НБУВ в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди». Окремі позиції переліку заходів на осінньо-зимовий період здебільшого пов'язані з включенням системи опалювання, утепленням приміщень, а також необхідністю планувати на весняно-літній період різ-

124 Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів

номанітні ремонтні та інші профілактичні заходи стосовно якогось конкретного приміщення у встановлені терміни.

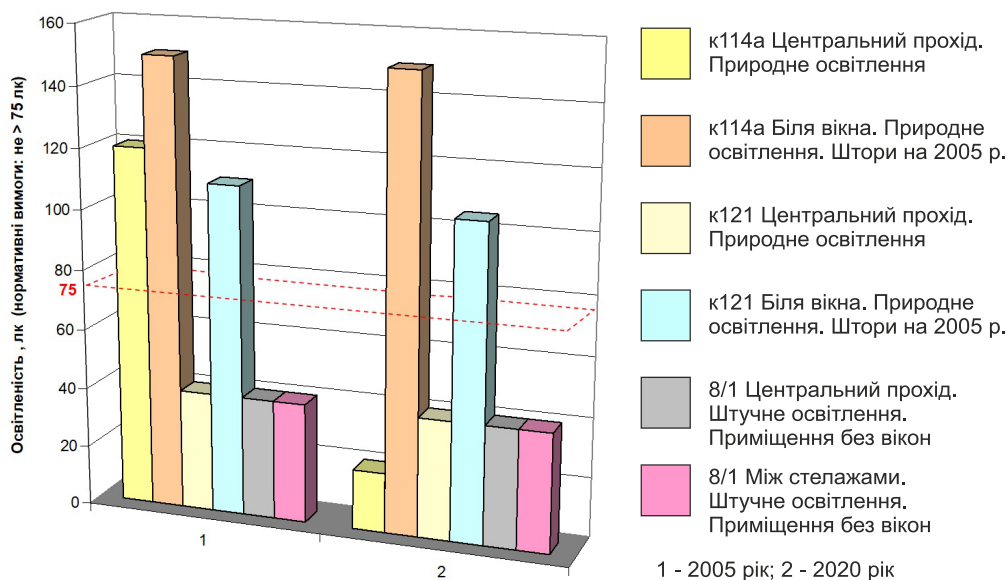


Рис. 4.8. Освітленість у відділі стародруків та рідкісних видань

РОЗДІЛ 5

КЛАСИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛІВ ДОКУМЕНТІВ ІЗ ФОНДІВ НБУВ

Проведення стабілізаційних заходів щодо фізичного стану фондів НБУВ потребує визначення усіх матеріалів, із яких виготовлені документи (одиниці зберігання), характеристик властивостей основних і допоміжних матеріалів, за якими передбачається проводити дієвий моніторинг фізичного стану фондів, створення системи збирання відповідної інформації в усіх сховищах, накопичення інформації та автоматизованої обробки таких даних для отримання аналітичних висновків щодо збереженості фондів та укладання належних рекомендацій щодо подальших заходів детального обстеження, консервації, реставрації. Теоретичною основою такої діяльності може стати перелік матеріалів документів із фондів НБУВ на основі розподілу матеріалів, як складових одиниць зберігання, їх властивостей, їх форм на окремі види, групи, підгрупи тощо. З метою отримання відповідної інформації про матеріали та їх властивості у цьому році працівниками відділу наукових технологій збереження фондів було виконано низку досліджень майже для всіх фондів НБУВ. Отриману інформацію було опрацьовано, за результатами чого нами пропонується такий поділ матеріалів для документів (одиниць зберігання), а також для індивідуальних засобів зберігання для цих одиниць.

Насамперед пропонуємо розділити усі матеріали на декілька груп:

1. Матеріали носія інформації або матеріальна основа документів (одиниця зберігання), що набули нових форм. Наприклад, це не тільки традиційні матеріали (папір, шкіра, береста тощо), а і здатність таких матеріалів як глини, змінювати свої форми видавлюванням і утримувати надану конфігурацію за певних умов тривалий час, і піддані обробці металеві пластини для гравюру, так і запис на плівку чи носій електронної інформації.
2. Матеріали (засоби) для фіксації інформації;
3. Матеріали для виготовлення ІЗЗ;
4. Реставраційні і витратні матеріали для відновлення документів.

Для наочності інформації наводимо схематичне зображення груп матеріалів за їх призначенням (рис. 5.1).

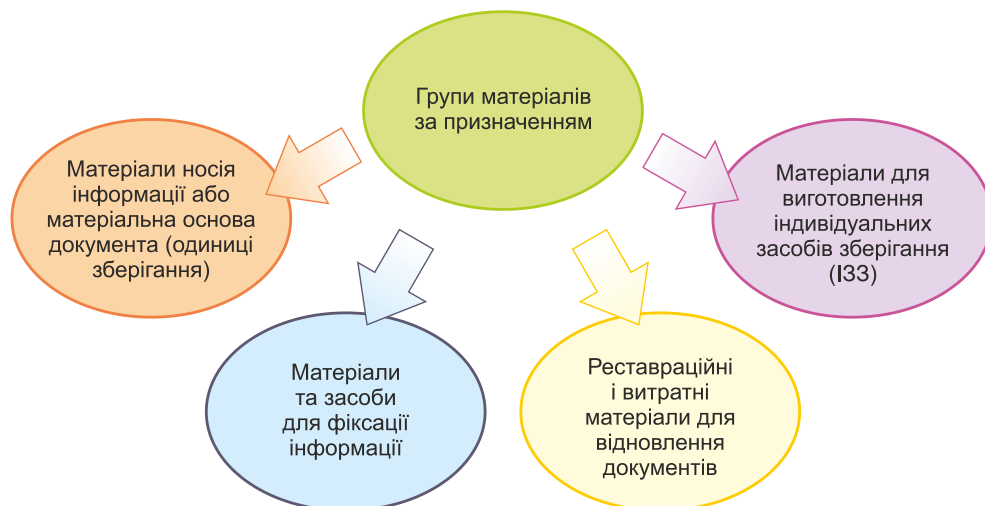


Рис. 5.1. Схематичне зображення груп матеріалів за призначенням.

У наведеному далі переліку показана деталізація складових груп матеріалів, наприклад п. 4 «Реставраційні і витратні матеріали для відновлення документів».

Перелік груп матеріалів за призначенням у ході створення та відновлення особливо цінних документів НБУВ

1. Матеріали носія інформації або матеріальна основа документів (одиниця зберігання)
2. Матеріали та засоби для фіксації і запису інформації
3. Матеріали для виготовлення ІЗЗ
4. Реставраційні і витратні матеріали для відновлення документів
 - 4.1. Клей
 - 4.2. Палітурний композиційний матеріал
 - 4.3. Полімерна плівка
 - 4.4. Допоміжні реставраційні матеріали
 - 4.5. Папір
 - 4.5.1. Реставраційний масою 9–20 г/м² та 50–90 г/м²
 - 4.5.2. Форзацний
 - 4.6. Картон
 - 4.6.1. Палітурний
 - 4.6.2. Прокладочний марки Б
 - 4.6.3. Радіозондовий
 - 4.6.4. Хром-ерзац
 - 4.7. Шкіра

Важливою ознакою характеристик наведених груп матеріалів є їх походження. Тому пропонуємо використати такі фасети за наступними групами матеріалів:

– природні матеріали;

- рослинного походження (до прикладу, деревина, пальмове листя, природні волокна, папір, картон, бавовна, льон, клеї целюлозний, декстриновий, смоляний);
- тваринного походження (до прикладу, шкіра, пергамент, шовк, клей міздровий, кістковий, риба'чий, казеїновий);
- мінерального походження (до прикладу, глини, мінерали, мідь, клей силікатний).

– штучні матеріали;

- штучного походження (до прикладу, штучні волокна і текстиль, штучний пергамент, штучний шовк, фотопапір, папір і картон з синтетичними волокнами, клеї на основі целюлози, крохмалю, білків, силікатів,);
- мінерального походження (скло, кераміка, напівпровідники, бронза);

– синтетичні матеріали (до прикладу, поліетилен, пластичні маси, інші полімерні матеріали, синтетичні клеї епоксидні, БФ-2,-4,-6, ПВА, МАРС, МЦ, Ц, клеючі олівці, ПВХ, гумові клеї Бустилат, Гумілакс, 88-Н, синтетичний столярний, нітроклеї).

Наочне відображення фасетів матеріалів за походженням (рис. 5.2).

Наступною ознакою для систематизації першої і другої груп матеріалів є способи фіксації інформації на матеріальній основі документа засобами для фіксації інформації. Безперечно, що способи і засоби фіксації на матеріальних носіях змінювались з розвитком технологій.

За способом фіксації інформації вони поділяються (рис. 5.3) на:

– письмові, до яких належать усі рукописні та машинописні документи, і виготовлені за допомогою друкарської та розмножувальної оргтехніки (до прикладу, наведемо глиняні таблички з клинописним письмом [поч. III тис. до н. е.] з фондів ІР НБУВ (Ф. 301, № 431 Л), рукописні книги, друковані видання тощо);

– графічні, в яких зображення об'єктів передано за допомогою ліній, штрихів, світлотіней (до прикладу, гравюри, мапи, рисунки, малюнки, схеми, плани тощо);

– фото- й кінодокументи, що створені способами фотографування й кінематографії (до прикладу, фотоплівки та фотокартки, кіноплівки і записи в електронному форматі);

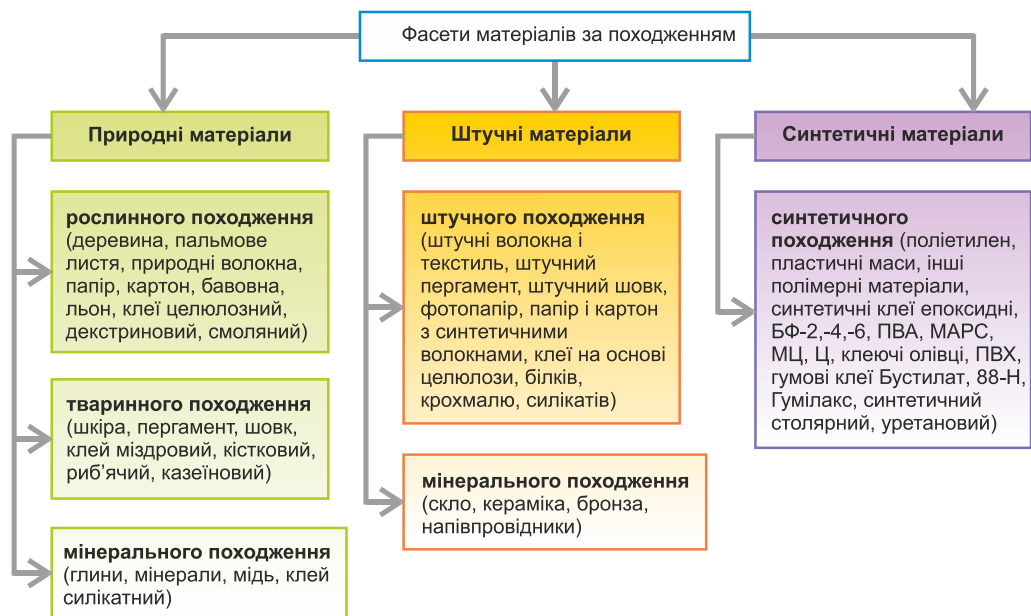


Рис. 5.2. Схематичне зображення фасетів матеріалів за походженням.



Рис. 5.3. Схематичне зображення способів фіксації інформації на одиниці зберігання

– фонодокументи, що створені за допомогою будь-якої системи звукозаписування й здатні відтворювати звукову інформацію (до прикладу, записи в аналоговій чи цифровій формі на платівки, фоноциліндри, феромагнітну плівку, диски, записи на носії в електронному форматі тощо).

У залежності від фізико-хімічних властивостей паперу та інших вимог до паперу для друку існує ряд практик поділу паперів на групи за цими критеріями. Такі практики згруповані і наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Види паперів для друку (з урахуванням ступеня проклеювання, зольності, композиційного складу та інших показників)

Показник		Вид
За сферою застосування		газетний
		типографський
		тонкий типографський
		офсетний
		для глибокого друку
		картографічний
		документний
		обкладинковий
		етикетковий
		титульний
		інші
За способом друку	З використанням друкарської форми	типографський (високий, плоский, глибокий, трафаретний)
	Без використання друкарської форми	офсетний
		цифровий друк (струменевий, широкоформатний, електрофотографічний, електрографічний, електростатичний (іонографічний), термографічний тощо)
За видом продукції		газетний
		книжково-журнальний
		спеціальний
За складом і характером обробки поверхні		MF (Machine Finished) – матовий папір машинної гладкості для високого й офсетного друку.
		MFS (Machine Finished Speciality) – папір із спеціальною обробкою, призначений для оф-

Закінчення табл. 5.1

Показник		Вид
		сетного друку із застосуванням «гарячих» і «холодних» фарб. TDP (Telephone Directory Paper) – папір, призначений для офсетного або високого друку телефонних і адресних довідників, із поверхнею MF або MFS, білий чи кольоровий
Для оформлення		форзацний
		для обкладинок
		декоративний
Для банкнот		банкнотний папір
		для паспортів
		для виробництва акцизних марок
		для виборчих бюлетенів
		інші види спеціального паперу, які забезпечують високий рівень захисту
Група спеціального паперу		документний
		картографічний
		офісний
		самоклейкий
		самокопіювальний
Папір з захистом		із водяними знаками
		УФ захистом
		хімічним захистом
За наявністю покриття	Без покриття	натуральний
	З поверхневим покриттям	пігментований
		крейдований
	Спеціальне покриття	металізований
		лакований
		ламінований
		парафіновий
		тощо

Основні та допоміжні матеріали, що застосовуються для створення та відновлення особливо цінних документів і піддаються систематизації за вже наведеними ознаками наводимо у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

**Перелік та основні характеристики матеріалів, що використані для створення
та відновлення особливо цінних документів НБУВ**

№ з/п	Найменування			Властивості / технічні параметри	Можливі фактори ризиків, які погіршують властивості
	Основні та допоміжні матеріали	Вид матеріалу	Підвид матеріалу		
1	2	3	4	5	6
1	Береста			Берестою називають зовнішню частину кори берези, яка розташовується над лубом. Вона складається з безлічі тонких, але міцних шарів, майже не схильних до гниття. Ближче до поверхні береста пофарбована в білий колір. Шари, розташовані поблизу від лубу, мають жовтувато-коричнєве забарвлення.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
2	Воски та добавки			Воски (Cera) – група жироподібних твердих речовин природного чи синтетичного походження; за хімічною будовою це складні ефіри карбонових або вищих одноосновних жирних кислот (C ₁₆ –C ₃₆) та вищих одноатомних жирних спиртів (C ₂₁ –C ₃₅). Віск – складна суміш сполук. До його складу найчастіше входять пальмітинова, стеаринова, карнаубова, церотинова та інші кислоти, і вільні вищі спирти: цетиловий, октадециловий, ейкозиловий, цериловий, а також стироли, вуглеводні чи продукти їх розкла-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				дання. В. – пластична, легкоплавка речовина (Тпл. 40–90°C) гомогенної або гетерогенної структури. Гетерогенною структурою є віск бджолиний, де кристалічна дисперсна фаза розподілена в аморфній дисперсійній. Нерозчинний у воді, холодному етанолі, добре розчинний у бензині, хлороформі, бензолі, діетиловому ефірі, але омиляється лише розчинами лугу. Горючий. Воски поділяють на рослинні, тваринні, мікроорганізмів і викопні. Віск використовують для виготовлення, свічок, кольорових олівців, копіювального паперу, полірувальних сумішей, косметичних засобів, кондитерських виробів, жувальної гумки, лиття, емульсій, сумішей для запечатування, для надання паперу і текстилю водовідштовхувальних властивостей, під час вироблення шкіри.	
3	Глина			Хімічна природа глини – це пластична осадова гірська порода, що складається в основному з глинястих мінералів (каолінит, гідрослюди тощо). Глини становлять близько 50% всіх осадових порід земної кори. Каолінит від китайського «кау-лінг – висока гора» – мінерал класу силікатів, основний з них силікат алюмінію. Гідрослюди – це також силікати. Глини здатні з во-	Мікробіологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				дою утворювати пластичну тістоподібну масу, яка під час висихання зберігає надану форму, а після випалювання набирає твердість каменю тобто високу міцність. За характером технологічних вимог у промисловості серед глин виділяють чотири найважливіші групи: легкотопні, вогнетривкі важкотопні; каоліни; адсорбційні (високодисперсні монтморилонітові), а за кольором вона може бути білою, сірою, червоною, жовтою, блакитною або чорною. Основні фізико-хімічні властивості глини визначаються характеристиками міцності, тривкості, крихкості (густина, щільність, опір зсуву, пластичність, структурна в'язкість). Не менш важливими є показники які визначають гідростійкість глин (пористість, водопроникність, розмокання, набухання, природня вологість тощо). Викладене свідчить про те, що зазначений матеріал є найбільш довговічним порівняно з іншими бібліотечними нетрадиційними матеріальними носіями.	
4	Глина	Глиняні таблички з клинописним письмом		Таблички формувалися з сирієї глини, на яку записувалась інформація. Виписувати складні знаки на сирій глині досить важко, тому писемність була дуже специфічна, клиновидна, виконувалась дерев'яною паличкою для письма або	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				загостреною тростиною. Табличку висушували. Якщо записи були важливими, табличку обпалювали для їх збереження.	
5	Деревина			Деревина, це природний матеріал рослинного походження. Він складається з рослинної тканини, яка утворює більшу частину стовбура деревних рослин. Основні органічні речовини, з яких складається деревина: целюлоза, лігнін і геміцелюлози. Механічні властивості деревини характеризуються міцністю, твердістю, пружністю, пластичністю, в'язкістю і крихкістю. Ознаками зовнішнього вигляду деревини є колір, блиск, структура і макроструктура. Якість деревини визначається за основними органолептичними та фізико-хімічними показниками, а саме: зовнішній вигляд, вологість, гігроскопічність, водопроникнення, щільність, хімічна стійкість, вогнетривкість, стійкість до деформації та стирання (зносостійкість), усушка, жолблення, розтріскування.	
6	Деревина	Дерев'яні дошки		Матеріал отримується з міцної внутрішньої частини, а саме стовбура рослинного полімера, тож характеризується більш високими механічними показниками ніж луб чи береста.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомо-

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
					гічні шкідники
7	Електронний носій інформації			Електронний носій – матеріальний носій, який використовують для записування, зберігання та відтворення інформації, обробленої засобами комп’ютерної техніки. До електронних носіїв відносяться жорсткі диски, флеш-пам’ять, CD, DVD, Blue-ray, дискети, касети на магнітній стрічці тощо.	Радіаційне випромінювання, електромагнітні поля
8	Засоби запису інформації	Олівець чорнографітовий зі ступенем твердості М-2М		Знаряддя / інструментарій для рукописного запису. Запис інформації – це спосіб фіксації інформації на матеріальному носії. Залежно від способу фіксації інформації, розрізняють рукописний, механічний, магнітний, оптичний, фотографічний, електростатичний документи.	
9	Знадоби для фіксації інформації			Матеріал чи складова, що безпосереднього наноситься на матеріальну основу носія інформації, для втілення / прояву / надання образу інформаційності носію (створює документ). Знадоба наноситься засобом запису інформації.	
10	Знадоби для фіксації інформації	Білила титанові		Білило – біла, нерозчинювана у воді фарба. З хімічної точки зору білилами називають мінеральні фарби, які представляють собою в основному окиси й солі металів. Титанові білила – двоокис титану TiO_2 або його суміш (25–75%) із	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				окисом цинку й наповнювачами – відрізняється високою світло- й вологостійкістю, незначно розчиняються у лугах й кислотах, не отруйні. Їхня щільність 3,82–4,25 г/см ³ , маслоємність (кількість масла, яка необхідна для отримання фарбаної пасти) 17–26%, покривна здатність 35–45 г/м ² , коефіцієнт відбиття світла 98–99.	
11	Знадоби для фіксації інформації	Гуаш художня		Гуаш (фр. Gouache, італ. Guazzo – водяна фарба) – різновид водорозчинних фарб, які, на відміну від акварелі, непрозорі через домішки крейди, свинцевих білил чи каоліну.	
12	Знадоби для фіксації інформації	Паста чорнильна чорна		Чорнильну пасту (чорнило для кулькових авторучок) виготовляють на воско-жировій основі у вигляді густої пасти. Як правило, така паста містить жиророзчинний барвник, рідше завись пігменту. У зв'язку з наявністю жирової основи таке чорнило містить мінімально можливу кількість розчинника органічного походження.	
13	Знадоби для фіксації інформації	Порошок		Порошок – тонкоподрібнене тверде тіло; дисперсний сипкий матеріал. Розміри його частинок від 10 ⁻⁴ до 10 ⁻¹ мм. Порошок з частинками одного розміру називають монодисперсним, різного розміру – полідисперсним. Кольоровий порошок органічного та мінерального похо-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				дження (пігмент) є однією із складових всіх видів художніх фарб.	
14	Знадоби для фіксації інформації	Сажа		Сажа - назва чорної фарби (особливо художньої) з пігментом «сажа». Чиста дрібнодисперсна газова сажа широко застосовується як пігмент для створення темперних фарб, акварелі, гуаші, чорнила для ручок тощо. Походження сажі - аморфний вуглець, продукт неповного згоряння або термічного розкладання вуглеводнів у неконтрольованих умовах.	
15	Знадоби для фіксації інформації	Типографська фарба		Типографська фарба для друку – спеціальний пігментний матеріал, який використовується для створення малюнка, надпису на задруковуваних поверхні матеріалів різного типу.	
16	Знадоби для фіксації інформації	Туш чорна рідка		Туш, чорна туш (від нім. Tusche) – специфічна фарба, виготовлена із сажі. Туш буває рідка, концентрована і суха. У готовому до використання вигляді є суспензією дрібнодисперсних частинок сажі у воді. Для запобігання розшарування суспензії та закріплення результату застосовуються зв'язувальні речовини (шелак або, рідше, желатин).	
17	Знадоби для фіксації	Фарби акварельні		Акварельні фарби під час розчинення у воді утворюють прозору суспензію тонкого пігменту,	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
	ції інформації	художні		що дозволяє створювати ефект легкості та прозорості у колірних переходах. Акварель (фр. aquarelle – водяниста; італ. acquarello) – техніка живопису, що використовує спеціальні акварельні фарби.	
18	Знадоби для фіксації інформації	Чорнило		Чорнило, або атрамент – рідка фарба, придатна для письма і/або створення зображень з допомогою письмових інструментів і штампів. Виготовлені на водній основі (чи іншого розчинника) та певного барвника. На початку використовували барвники природного походження (чорнильного гриба, горішків дуба, сажі тощо), затим з'явився конкурент – синтетичний барвник (анілінове фіолетове чорнило). Основна відмінність сучасних чорнил – склад, із яких вони зроблені й тому чорнила мають різні властивості та рекомендації в застосуванні. Поділяються на: на водній основі – водорозчинні; на основі пігменту – пігментні; на основі розчинника – сольвентні і екосольвентні; на твердій основі – УФ-чорнила.	Ультрафіолет, вода, спирт, нагрівання
19	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила водорозчинні	Акварельні	Акварельні чорнила використовуються в основному в мистецтві та малюванні. Мають високу прозорість та інтенсивність кольору, що робить їх ідеальним вибором для створення яскравих	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				та красивих робіт. Можуть використовуватися на різних поверхнях, таких як папір, тканина та шкіра.	
20	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила водорозчинні	Алізаринові	У 1885 р. винайдене алізаринове чорнило. Вони також галові, але не безбарвнокаламутні, а інтенсивно синьо-зелені. На папері чорнила переходили в глибокий чорний колір. Це досягалося за допомогою краппу – продукту особливої обробки коренів східної рослини марени. Пізніше дорогий крапп замінили синтетичними барвниками, а чорнильні кульки – таніном або галловою кислотою. Ці чорнила відрізняються винятковою стійкістю до дії світла і хімічних реактивів, що не дають осаду з плином часу, добре стікають з пера і яскраво забарвлені, і дотепер залишаються неперевершеними.	
21	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила водорозчинні	Залізо-галові чорнила	Виготовлені на водній основі з сульфата заліза і танінів, отриманих з галів – патологічних утворень на листях дерев, т.з. «чорнильних горішків» (або галлової кислоти). Розчин каламутно-слабозабарвлений, але під час висихання письма залізо окислюється і темніє. Утворюється окис заліза, нерозчинний у воді і стійкий до світла.	
22	Знадоби для фіксації	Чорнила на основі	Соль-вентні	Сольвентні чорнила (СЧ) – фарби на основі розчинників, що дозволяють перетворити кольо-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
	ції інфор- мації	розчин- ника		рові пігменти на рідину, що переноситься друкувальною головкою на матеріал і з випаровуванням розчинника залишається шар чорнил. Застосовуються у струменевому друку, у флексографському і шовкотрафаретному. Види СЧ на основі: жорсткого розчинника (hard-solvent) - токсична речовина циклогексанол; розчинника (mild-solvent); екологічного розчинника (eco-solvent); Мають дратівливий запах, потребують вентиляції. Матеріали для друку СЧ: плівки, пластики, текстиль, банерні тканини тощо. Розчинник агресивно впливає на верхній шар матеріалів, викликаючи розм'якшення. Тому по завершенні друку не варто проводити ламінування, різання, наклеювання, а дати відбитку час на повне видалення розчинника і стабілізацію матеріалу. СЧ мають прекрасну атмосферну стійкість.	
23	Знадоби для фікса- ції інфор- мації	Чорнила на основі розчин- ника	Спиртові	Спиртові чорнила для малювання (алкогольні чорнила) – сучасний матеріал як для малювання ними рідкою фарбою на синтетичному папері, так і для створення візерунків у смолі. Використовуються для друку на різних матеріалах, таких як пластик, метал і скло. Швидко сохнуть і мають високу міцність до стирання і	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				вологи, що робить їх ідеальним вибором для роботи з виробами, що знаходяться у несприятливих умовах.	
24	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила на основі пігменту	Олійні	Унікальне пігментне чорнило на олійній основі, яке дає дуже чіткий та яскравий відбиток, чудово проштамповує найдрібніші деталі штампів, швидко сохне, а також може використовуватись для гарячого ембосингу. Для штампування на папері. Після висихання водостійке, тобто відштамповані цим чорнилом зображення можна розмальовувати аквареллю, акварельними олівцями, маркерами на водній основі. Чорнило для штампування VersaFine, Tsukineko змивається зі штампів вологими серветками або теплою водою з милом.	
25	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила на основі пігменту	Пігментні	Пігментні чорнила (ПЧ) – різновид водних чорнил, як завись крихитних частинок кольорових пігментів не розчиннених у воді. Вони осідають на поверхні носія, за рахунок чого підвищується стійкість до УФ-світла і вологи. Підходить для різних поверхонь – паперу, дерева, металу, тканини, кераміки, пластику. ПЧ – густе, з ним виходять барвисті, добре профарбовані відтиски. ПЧ буває швидко- чи довговисихаючим, просто кольоровим, або металізованим, перла-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				мутровим. Одним з різновидів ПЧ є крейдяне чорнило (chalk ink). Барвниковою речовиною в ньому є крейдяна пудра. Це найгустіше чорнило з існуючих.	
26		Чорнила на основі пігменту	Латексні	Латексні чорнила (ЛЧ) – пігментні чорнила на водній основі з розчиненим штучним полімером, який, звичайно ж, не є натуральним латексом, для створення надійних відбитків для зовнішнього і внутрішнього застосування. Додаткова вентиляція не потрібна. Застосовують для друку практично на будь-яких матеріалах. Віддруківки довговічні і мають високу якість. ЛЧ знижують вплив друку на навколишнє середовище.	
27	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила на твердій основі	Термотрансферні	Термотрансферні чорнила (ТТЧ) – чорнило, до складу якого входить не тільки пігмент, але і полімер. Заправляються ТТЧ під принтер певної моделі. Під час нагрівання ТТЧ розплавляється (перетворюється в воскоподібну субстанцію) і переноситься на будь-яку поверхню, не тільки на бавовну, вовняний виріб чи на папір, а потім знову застигає. ТТЧ мають свіжий і густий колір і високу щільність. Термотрансфер легко «приклеїється» і до шкіряних предметів, металевих, керамічних, скляних, дерев'яних тощо.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
28	Знадоби для фіксації інформації	Чорнила на твердій основі	УФ-чорнило	УФ-загусаючі чорнила тужавіють з утворенням жорсткої полімерної плівки під впливом хвиль УФ-світла певної довжини. У новому поколінні принтерів використовується енергозберігаюче світлодіодне освітлення для загусання чорнила. Чорнила не випаровуються від впливу тепла і не всотуються у підкладку, утворюють насичене зображення. Використовують для друку на гнучких і на жорстких носіях. Досить екологічні, не мають запаху, є стійкими до зовнішніх впливів. Однак, можуть розтріскуватися під час нанесення на гнучку підкладку.	
	Камінь природний			Камінь (англ. stone, нім. stein) – тверда гірська порода чи мінерал у вигляді суцільної маси або окремих шматків, що не кується й не розчиняється у воді. Підлягає механічній обробці. Особливість – довговічний (стійкий до умов зовнішнього середовища).	
29	Картон			Матеріал за типом тришарового картону, покриттєвий шар складається з вибіленої целюлози з великим містом наповнювача, проклеюється у масі каніфольним клеєм. Внутрішній шар складається з суміші невибіленої целюлози, деревної маси і каоліну. Нижній шар із білої деревної маси. У композиції сучасного картону хром-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				ерзац використовується макулатурна маса. Картон макулатурний марки Н (некрейдований), товщиною 0,7 мм, масою одного м ² – 500 г; картон макулатурний марки МО (крейдований), товщиною 0,6 мм, масою одного м ² – 440 г.	
30	Картон	Безкислотний для консервації документів		Виготовляється з паперової маси, яка крім волокнистої сировини (целюлози) містить наповнювачі, що поліпшують властивості кінцевого продукту, зокрема підвищують гладкість та міцність картону, зменшують показники їхньої горючості, абсорбції тощо. Вони практично не містять лігніну й мінералів сірки. Картон показує нейтральний рН – в діапазоні від 7 до 10, а наявність лужного резерву дозволяє довше зберігати нейтральний рН пакування в процесі його природнього окислення.	
31	Картон	Гофрокартон FW 3,0		Гофрокартон із стійкого до старіння матеріалу, загальна товщина 3,0 мм, природно-білого кольору, верхній шар із архівного картону світло-сірого кольору. Кожен окремих шар проклеєний, вологостійкий. Картон стійкий до старіння відповідно до стандарту EN ISO 9706 та відповідає вимогам до матеріалів DIN ISO 16245 – тип А. Основний матеріал, який використовується для виготовлення ящиків та папок KLUG.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
32	Картон	Гофро-картон MW 1,65		Гофрокартон із стійкого до старіння матеріалу, загальна товщина 1,65 мм, природно-білого кольору. Верхній шар з паперу сіро-блакитного кольору, масою 190 г/м², поверхня зі спеціальною обробкою, брудовідштовхувальна, стирається та стійка до протирання (сухе протирання). Кожен окремий шар проклеєний та вологостійкий. Картон стійкий до старіння відповідно до стандарту EN ISO 9706 та відповідає вимогам до матеріалів DIN ISO 16245 – тип А. Основний матеріал, який використовується для виготовлення ящиків та папок KLUG.	
33	Картон	Пресшпан		Пресшпан – щільний картон, що виготовляється з целюлози, проклеєний і лощений, товщиною від 0,35 до 1,20 мм. Картон має різноманітні відтінки. Тонкий пресшпан випускається як в рулонах (до 6 мм) , так і в аркушах (від 6 мм), має щільність 0,95 г/см³. Цей картон відрізняється високою міцністю й опором на згин (витримує не менше 250–300 подвійних перегинів), а також високою гладкістю поверхні.	
34	Картон	Електроізоляційний марки Г (або		Для його виробництва використовується невідбілена сировина з хвойних дерев. Характеристики: товщина листів: від 0,1 до 8,0 мм; теплостійкість: робоча температура досягає 90–105°C,	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
		прес-шпан) згідно з ГОСТ 4194		у залежності від марки; висока щільність в межах 0,9–1,35 г/см³. Діапазон змінюється в залежності від марки і товщини листа; підвищена міцність; висока стійкість до зношування; стійкість до масел.	
35	Картон	Клеєний		Картон, який складається з кількох окремо виготовлених шарів паперу, послідовно склеєних між собою. З часом такий картон під впливом вологи може розшаровуватися на окремі аркуші, що містять фрагменти тогочасних рукописних та друкованих книг, і зараз є неоціненними зразками пам'яток середньовічної книжності. При реставрації крижок оправи, що складаються з такого картону, їх замінюють на сучасний картон, а видалений картон розшаровують на окремі аркуші, які зберігаються окремо.	
36	Картон	Коробковий		Картон для пакування, використовується для виготовлення картонажних виробів.	
37	Картон	Крейдований (пігментований)		Картон крейдований (пігментований) з поверхневим покриттям із суміші пігментів, зв'язувальних речовин і пластифікаторів. Залежно від композиції може мати нейтральні показники кислотності.	
38	Картон	Палітурний		Матеріал залежно від підприємства-виробника характеризується такими фізико-структурними	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				властивостями: формат листів 75×115 см (може випускатися інших форматів), товщина картону 1,5–2,0 мм; маса одного m^2 – 1 090–1 500 г; щільність 0,69–0,79 г/см ³ ; жорсткість під час статичного згинання 14–40 Нсм, межа міцності під час розшарування 100–190 кПа.	
39	Картон	Прокладочний марки Б		Картон прокладочний марки Б призначається для виготовлення прокладок з'єднань, що застосовуються в середовищі води, повітря. Товщина листів: від 0,3 до 2,50 мм. Щільність не менш ніж 0,70–0,75 г/см ³ .	
40	Картон	Радіозондовий		Унікальний матричний картон раніше випускався єдиною фабрикою технічних картонів «Пролетарий».	
41	Картон	Хром-ерзац		Картон хром-ерзац часто застосовується під час виробництва упаковки з гофрокартону, в якій він виступає зовнішнім шаром з друком. Як і всі пакувальні картони, хром-ерзац має багатшарову структуру, яка збільшує його товщину і жорсткість. Він має двошарове крейдування лицьової сторони, що забезпечує високоякісний друк. Залежно від кількості целюлози в своїй масі, картон хром-ерзац буває макулатурний і целюлозний. Целюлозний картон має абсолютно білу зворотну сторону і використовується у	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				виробах для таких товарів як медикаменти, косметика, деякі кондитерські вироби і продукти. Також існує сорт картону хром-ерзац з крафт-зворотом. Це целюлозний картон обклеєний зі зворотного боку тонким шаром крафт-паперу.	
42	Картонажні вироби			Готові вироби з паперу та картону (коробки, футляри, декоративні вироби тощо) для пакування під час переміщення	
43	Кераміка			Неорганічні матеріали яким надають різноманітні форми, що проходять подальше обпалення у печах за високої температури для надання потрібних властивостей. Сировиною є: спеціальна глина (каолін) білого кольору, високої чистоти; другі види глини; мінерали кварц SiO_2 і польовий шпат. Особливість кераміки – нанесення на поверхню глазури (матеріал близький за своїми параметрами до скла), що покриває її гладким блискучим шаром для естетичного оформлення та захисту від потрапляння вологи скрізь пори і покращує водостійкість поверхні.	
44	Клей			Клей – розчин, дисперсія чи розплав переважно високомолекулярних органічних або неорганічних речовин природних або штучних, які застосовують для з'єднання (склеювання) матеріалів.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
45	Клей	Природний	Рослинний клей	До рослинних належать крохмальні клеї, рослинні смоли, а також клеї з сої, люпину, віки та рицини. Клеї на основі природних полімерів, таких як: борошняний, крохмальний, декстриновий, смоляний (камедь) тощо. А також клеї з ефірів целюлози, а саме нітроцелюлозні (нітроклеї) марок АК-20, АГО та стабілін.	
46	Клей	Природний	На основі розчинних ефірів целюлози (нітроцелюлоза)	Вироблений на основі високоякісної бавовняної целюлози клей КМЦ (карбоксиметилцелюлоза) призначений для наклеювання всіх видів шпалер на паперовій основі. Має антигрибкові властивості (запобігає появі на поверхнях, що обклеюються, пліснявих грибків) і сприяє знищенню в приміщенні побутових комах.	Висока горючість
47	Клей	Природний	Глютиновий (або столярний)	Клеї на основі природних полімерів, таких як: кістковий, мездровий, риб'ячий, осетровий, столярний, плитковий, желатиновий, казеїновий тощо.	
48	Клей	Мінеральні (або штучні)		Клеї на неорганічних зв'язуючих сполуках: Силікатний (або канцелярський), його недолік – залишає з часом жовті плями.	
49	Клей	Синтетичні		Синтетичні клеї – на основі синтетичних полімерів, їх сумішей. На основі термореактивних смол: Епоксидний, БФ-2, 4, 6. На основі термопластичних смол: ПВА, МАРС, МЦ, Ц, клеючі	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				олівці. На основі синтетичних каучуків: гумові клеї «Бустилат», «Гумілакс», Н-88, канцелярський СКК. Універсальні у застосуванні, висока здатність до склеювання і теплостійкість.	
50	Клей	Синтетичні	На основі полівінілового спирту	Клей ПВА – утворений при гідролізі полівінілацетату полівініловий спирт, що може бути використаний у водних розчинах для склеювання паперу і тканин з утворенням стійких до бензину, гасу і масел клейових з'єднань.	
51	Клей	Синтетичні	Пергаментний	Клей на основі розчинника, спеціально розробленого для поліграфічного та трафаретного друку. Він використовується для прикріплення матеріалів до опорної поверхні під час друку. Він стійкий до інфрачервоного випромінювання. Не переходить у матеріал, підходить для повторного використання тривалий час.	
52	Луб			Флоема (луб) – це внутрішня частина кори листяних дерев, що є провідною тканиною судинних рослин і саме нею здійснюється транспортування продуктів фотосинтезу до різних частин рослини, де вони використовуються або накопичуються. Луб дерева за походженням поділяється на первинний, що диференціюється з прокамбію, та вторинний, що диференціюється з камбію. Головна відмінність первинної	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				флоєми від вторинної полягає у повній відсутності у перших серцевинних променів. Луб'яний шар досить проблематично розірвати по ширині, проте вздовж стебла він легко розпадається на тонкі волокна великої довжини.	
53	Метал			Метали – речовини, утворені простими хімічними елементами (власно метали), так і їх сплави, ознаками яких є висока міцність, пластичність/ковкість, хороша тепло- та електропровідність і особливий блиск. За геохімічною класифікацією виділяють дві групи: чорні метали, серед яких найтипівішими є залізо (Fe), марганець (Mn), хром (Cr) тощо. Ці метали мають темно-сіре забарвлення, високу температуру плавлення, велику твердість; кольорові метали, що мають характерне забарвлення (червоне, жовте, біле), наприклад, мідь (Cu), золото (Au), олово (Sn) тощо.	
53	Палітурний композиційний матеріал			Палітурний композитний матеріал (ПКМ) – гетерофазний матеріал, окремі фази якого виконують специфічні функції, забезпечуючи йому властивості, яких не має жодний з компонентів окремо. Зазвичай отримують поєднанням двох або більше компонентів, які нерозчинні або малорозчинні один в одному і мають властивості,	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				що сильно відрізняються. Один компонент пластичний (зв'язувальна речовина, або матриця), а другий має високі характеристики міцності (наповнювач, або зміцнювач). Палітурка (палітурна кришка з ПКМ) застосовується для зовнішнього покриття виробу, що з'єднується з блоком за допомогою двох форзаців і корінцевого матеріалу чи без нього.	
54	Палітурний композиційний матеріал	Бумвініл		Матеріал палітурний на паперовій основі з полівінілхлоридним покриттям.	
55	Палітурний композиційний матеріал	Коленкор		Матеріал палітурний на тканинній основі (бавовняна матерія, отримана полотняним плетінням) з крохмально-каоліновим покриттям. Від інших типів полотен відрізняється глянсовою лицьовою стороною і специфічної обробкою вивороту. Характеризується міцністю і щільністю.	
56	Палітурний композиційний матеріал	Ледерин		Матеріал палітурний на тканинній основі з нітроцелюлозним покриттям, з масою 200–220 г одного м ² , товщиною 0,26–0,28 мм, щільністю 0,76–0,78 г/см ³ , з кислотністю в одиницях рН – 6,1–6,7.	
57	Палітурний компо-	Неткор		Палітурний матеріал на основі нетканого проклеєного матеріалу. На матеріалі нанесе-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
	зиційний матеріал			но пігментоване крохмально-каолінове покриття.	
58	Пальмове листя			Висушене пальмове листя - матеріал з листя пальмового дерева, не стійкий до впливу вологості, ентомофауни, мікроорганізмів. Оскільки матеріал не характеризується достатньою міцністю, то існувала практика копіювання текстів на нове пальмове листя.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
59	Папір			Папір складається переважно з рослинних волокон (клітковини), зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення, у яких можуть бути проклеювальні речовини, мінеральні наповнювачі, хімічні та природні волокна, пігменти й барвники. Відповідно до державних стандартів, папір – це виріб із масою одного м ² до 250 г. Разом з тим, за міжнародними стандартами більшості зарубіжних країн папером вважають виріб із масою одного м ² – до 225 г. У виробництві паперу, для вилучення домішок з деревини (лігнін – надає ламкість; смоли – є у хвойних породах; солі тощо), застосовують варіння помеленої технологічної тріски у кислотах або лугах (переводячи її у водорозчинні сполуки). Виробляють папери звичайно з сульфітної клітковини, внаслідок варіння в H ₂ SO ₃ . Клітковина розчинена у	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				воді, відливається на сітку паперо-робної машини. Затим висушена клітковина пропускається між валками. Як різновид, використовується сульфатна клітковина при варінні у їдкому натрі NaOH, в результаті цього папір набуває жовтого забарвлення. Лужна клітковина дорожче сульфатної, бо більш витривка і не схильна до термального старіння. Поверхневі властивості паперу для друку пов'язані зі способом його поверхневого оздоблення, яке досягається застосуванням різних видів каландрів. Якщо поверхня виходить гладкою з обох боків, то такий папір називають папером машинної гладкості. Матовий папір проходить тільки машинне каландрування і найкраще задовольняє вимогам для друкування значних за обсягом тиражів. При необхідності папір додатково обробляють на суперкаландрі. Каландрування паперу впливає на зменшення ступеня його проклеювання та повітропроникності.	
60	Папір	Акварельний		Папір із 100% бавовни. Виготовляється способом хлорного і гарячого пресування з шорсткими волокнами і необрізаними краями, а потім шліфується і висушується таким чином, що фарби міцно утримуються на його поверхні.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
61	Папір	Альбом-ний		Білий або кольоровий папір спеціального ґатунку, що використовується для виготовлення альбомів, телефонних книг, преїскурантів, бланків тощо.	
62	Папір	Антиквар-ний		Папір з шорсткою поверхнею, який імітує старовинний папір; відноситься до легких паперів, рихлий, зазвичай, невеликого формату.	
63	Папір	Архівний 047		Стійкий до старіння щільний архівний папір сіро-блакитного кольору на катушках – ідеальний для використання як прокладки в папках та на папках. Верхня поверхня зі спеціальною обробкою, брудовідштовхувальна, стирається і стійка до протирання (сухе протирання). Папір має відмінну світлостійкість. Колір – сіро-блакитний. На бобінах.	
64	Папір	Афішний		Папір афішний – білий чи кольоровий папір, слабпроклеєний, середньозольний, машинної або одnobічної гладкості для друкування типографським або офсетним способом тільки афіш та іншої зовнішньої реклами. Композиція афішного паперу відрізняється від інших видів паперу тим, що містить неவிбілену целюлозу та вибілену деревинну масу. Виготовляється афішний папір масою одного м ² – 40 г, з машин-	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				ною або односторонньою гладкістю, з невисоким показником проклеювання та з середньою механічною міцністю. Наявність деревинної маси в композиційному складі призводить до прискореного природного старіння. Афішний папір через особливості його використання (продукція з цього виду паперу має лише одну робочу сторону), випускається одностороннім крейдованим папером і зазвичай має масу одного м ² від 100 до 150 г. Як правило, папір цього виду має високу водостійкість і вологоміцність (у цифрових значеннях трохи поступається крафт-паперу середньої щільності), непрозорістю, високими друкованими характеристиками.	
65	Папір	Бавовняний довговолоконистий		Довговолоконистий тонкий папір із бавовняної целюлози.	
66	Папір	Ватман		Сильно проклеєний папір із великим опором стиранню з шорсткою поверхнею. Виготовляється переважно ручним способом відливання. Використовується для креслень і малюнків. Такий же за якістю папір виготовлений машинним способом називається напівватман.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
67		Велене- вий		На початку XIX ст. якісним папером вважався веленевий папір. З розвитком друкарень шукали спосіб здешевлення та спрощення виробництва паперу, і в папір почали додавати волокна деревини або целюлозу. Це високосортний папір (чисто целюлозний, без деревини), добре проклясний, щільний, без яскраво вираженої структури, частіше жовтого кольору. На такому папері надруковано більшість енциклопедій того часу.	
68	Папір	Верже		Папір з водяним знаком у вигляді близько розташованих у машинному напрямі паралельних ліній, перехрещених рідко розташованими лініями під прямим кутом.	
69	Папір	Газетний		Газетний папір займає до 20% випуску всіх видів паперу й картону. Непроклясний малозольний папір із переважним вмістом деревної маси для друкування газет (характеристика відповідно до ДСТУ 2101-92 «Папір. Терміни та визначення»). Композиція газетного паперу може містити сульфатну невивіблену целюлозу, білу деревинну масу, сульфатну напіввивіблену целюлозу, хімічну деревинну масу, невелику кількість наповнювача та інші напівфабрикати. Таке різноманіття напівфабрикатів обумовлює	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				особливості зберігання газетних матеріалів в бібліотеках. Деякі газети, у якості матеріальної основи яких було використано газетний папір вищої якості, зберігаються краще, процеси старіння протікають повільніше, а інші – за невисокої міцності матеріальної основи потребують зміцнення швидше та частіше за однакових умов нормативного зберігання та однакового читачького навантаження. Газетний папір різних видів призначений для друку газет, масових брошур, недільних додатків до газет та інших видів друкарської продукції.	
70	Папір	Ганчір'яний		Є топ папером з усіх видів. Ганчір'яний папір виготовлявся з волокон ганчір'я льону, бавовни, пеньки. Волокна цих рослин довгі, міцні, містять велику кількість целюлози. Проклеювальними речовинами слугували тваринний клей, борошно, крохмаль, риб'ячий клей. Папір із цих матеріалів міцний і довговічний, легко миється, не гниє, не руйнується. До середини XVIII ст. книги друкувалися на такому папері та саме завдяки йому вони збереглися до наших днів.	
71	Папір	Ганчір'яний	Ганчір'яний папір	Композиція складається з розмелених вручну рослинних волокон бавовнику та льону, хаотич-	Вогонь, вода, мікро-

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
			XVII – XVIII ст.	но переплетених і зв’язаних між собою силами поверхневого зчеплення. Формування аркуша цього паперу здійснювалося методом осадження розбавленої суспензії на сітці. Папір характеризується значною нерівномірністю за товщиною, високою пухлістю та підвищеною вбирністю води.	біологічні й ентомологічні шкідники
72	Папір	Ганчір’яний	Ганчір’яний папір початку XIX ст.	Папір характеризується кращою рівномірністю за товщиною ніж його попередник, оскільки під час виготовлення паперу вже застосовувалися ручні преси для пресування відлитого аркуша перед його кінцевим висушуванням.	– // –
73	Папір	Декоративний		Папір з привабливим зовнішнім виглядом, з пофарбованою гладкою або креповою поверхнею чи поверхнею, що імітує оксамит, мармур, шкіру, полотно.	
74		Дизайнерський		Папір (тонований, під мармур, під тканину, текстури тютюнового листка тощо) призначений, в основному, для виконання стильної фірмової продукції – візиток, карток, бланків, папок та іншої друкованої продукції.	
75		Для високого друку		Папір достатньо гладкий, що не деформується в процесі друку. Адже зображення не передається через гнучкий матеріал. Зате не важлива надто	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				велика стійкість паперу до води (проклейка) бо вода не вступає в контакт із задруковуваним матеріалом.	
76		Для глибокого друку		Слобопроклеєний папір підвищеної зольності з рівною зімкнутою поверхнею для друкування видань способом глибокого друку (характеристика відповідно ДСТУ 2101-92).	
77	Папір	Для обклеювання корінців книжкових блоків		Міцний не проклеєний папір з обмеженою лінійною деформацією після намокання.	
78	Папір	Для обклеювання палітурок (оздоблювальний папір)		Оздоблювальний папір, виготовлений нанесенням на один бік паперу-основи кольорового тиснення, інколи лакового покриття. Різновид оздоблювального паперу використовують для обклеювання палітурок книжок і для виготовлення обкладинок брошур і журналів. Виготовляється з хорошою механічною міцністю, середнім ступенем проклеювання, середньою гладкістю і невеликою зольністю. Virізняється високою світлотривкістю, низкою деформацією після намокання і обмеженою скручуваністю під час одностороннього зволоження. Випуска-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				ється різного кольору, з тисненням або гладкістю, масою одного м ² – 80–120 г для обклеювання книжкових картонних оправ і 140–200 г – для обкладинок брошур.	
79	Папір	Документний		Довговічний сильнопроклеєний папір із водяними знаками або без них для виготовлення документів (характеристика відповідно до ДСТУ 2101-92). Папір з деревної целюлози на основі льонопінькових і бавовняних волокон та використовують виключно як документний і ніяк інакше. Характеризується документний папір малим рівнем зольності, високим вмістом клейової маси, а також високим рівнем опору до зовнішніх дій різного роду. Довговічний сильнопроклеєний папір із водяними знаками або без них для виготовлення різних документів (грошові знаки, облігації, банківські чеки).	
80	Папір	Друкарський (або поліграфічний)		Слабо проклеєний середньозольний або підвищеної зольності папір для друкування видань високим друком. Вимоги до видів паперу для друкування: – достатня механічна міцність, що забезпечує нормальні умови процесу друкування та довговічність використання друкарської продукції без помітного її руйнування;	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				– незасміченість, що характеризується допустимим числом смітинок площиною 0,1–0,5 мм² на 1 м² паперу; – товщина, щільність, структура та інші властивості паперу повинні бути однорідними не лише у папері однієї партії, але й усередині кожного аркуша; – вологість у межах 6–8%; – аркуші паперу повинні мати чітку прямокутну форму.	
81	Папір	Друкарський	Машинної гладкості (друкарський марки № 1 або низької якості)	Друкарський папір, поверхня якого гладка з обох боків, називають папером машинної гладкості. Матовий папір проходить тільки машинне каландрування і найкраще задовольняє вимогам для друкування значних за обсягом тиражів. Друкарський папір № 1 випускається машинної гладкості (для чистотекстових книг).	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
82	Папір	Друкарський	Глазурований	Глазурований папір (каландрований папір) призначений для друкування ілюстраційно-текстової продукції з тоновими зображеннями з лініатурою до 40 лін/см (видання, що містять штрихові та напівтонові ілюстрації).	– // –
83	Папір	Друкарський	Високоглазурований (або	Друкарський папір, що додатково обробляють на суперкаландрі. На високоглазурованому (висококаландрованому) папері рекомендується	– // –

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
			високої якості)	здійснювати відтворення складних штрихових і тонових ілюстрацій з лініатурою до 48 лін/см (напівтонові ілюстрації).	
84	Папір	Естамп-ний		Папір характеризується обмеженою лінійною та залишковою деформацією після зволоження, використовується для друкування художніх гравюр.	— // —
85		Етикетко-вий		Проклеєний папір однобічно пігментований або з однобічною гладкістю для друкування багатоколірних етикеток або друкарським способом із наступним їх обробленням (характеристика відповідно ДСТУ 2101-92).	
86	Папір	Карто-графічний		Вологоміцний сильнопроклеєний папір із низькою лінійною та залишковою деформацією після зволоження для друкування картографічних видань (характеристика відповідно ДСТУ 2101-92). Папір містить від 10 до 30% ганчір'яної відбіленої напівмаси і відповідно від 90 до 70% сульфітної відбіленої целюлози. Папір більш низької марки містить 100% сульфітної відбіленої целюлози. Папір характеризується високим опором злому, високим ступенем проклейки, низькою лінійною та залишковою деформацією після намокання, високою білизною, низькою зольністю і підвищеною вологоміцністю. Маса одного м ² – від 70 до 160 г/.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
87	Папір	Квитко- вий		Квитковий папір є слабоклеєним малозольним або середньозольним видом паперу, як правило, природною білизною (рідко кольоровий папір), машинною або однобічною гладкістю, призначений для друку квитків, абонементних талонів та інших аналогічних бланків способом високого друку. За своєю міцністю такі папери йдуть на одному рівні з пакувальним крафт-папером, але «живуть» довше.	
88	Папір	Конденсаторний		Тонкий електроізоляційний папір із високими показниками пробивної напруги та опру розриву, що застосовується як діелектрик в електричних конденсаторах.	
89	Папір	Крафт (або мішковий)		Міцний сильнопроклеєний папір із небіленої сульфатної целюлози, який може бути підданий спеціальному поверхневому обробленню або обробленню в масі для надання захисних властивостей і підвищення міцності у вологому стані.	
90	Папір	Крейдований (або пігментований)		Проклеєний середньозольний папір із обмеженою деформацією після зволоження для друкування видань. Виготовляється з поверхневим покриттям (шар із спеціального пігментно-клейового складу та крейди з одного чи двох боків) паперової основи, чим відрізняється від офсетного паперу (без поверхневого покриття).	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				Папір із поверхневим покриттями має більш значну питому вагу в асортименті паперу для друку. Пігментування та крейдування відрізняються між собою щільністю нанесеного покриття: для пігментованих видів паперу – до 7 г на один м ² , крейдованих – до 50 г і більше. Поверхнєве покриття можна наносити на один бік паперу-основи (однобічне покриття) або на два боки (двобічне покриття) і залежно від якості паперу найчастіше становить від 5 до 30 г/м ² на один бік. Крейдування може бути одно-, дво- та багатошаровим. Європейські виробники випускають папір із різною кількістю шарів крейдування. Технологія і порядок нанесення покриттів на фабриках істотно відрізняються, тому іноді, кажучи про один і той же папір, різні джерела вказують різну кількість шарів. Покриття надає паперу високої гладкості та білизни. Папір буває матовий та глянцекий. Використовується переважно для друкування багатофарбової продукції. Основний мінус цього паперу – він практично не підлягає промиванню і, як наслідок, глибокій реставрації. Причина – крейда, яка змивається водою.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
91	Папір	Літографський		Папір, для друкування різнокольорових ілюстрацій літографським способом. Виготовляється із відбіленої целюлози, масою 80–180 г на один м ² . Характеризується високим ступенем проклеювання, обмеженою залишковою деформацією після зволоження, достатньою механічною міцністю, середньою зольністю, високим ступенем білизни, обмеженою засміченістю.	
92	Папір	Мармуровий		Папір із багатоколірним мармуроподібним глясовим покриттям, нанесеним з одного боку паперу, застосовується для обклеювання палітурок, білових товарів, а також для оздоблювання. Технічні параметри паперу основи для виготовлення «мармурового» паперу на форзаци повинен мати такі ж фізико-механічні показники як і форзаций папір машинного виробництва. Характерною особливістю процесу виготовлення «мармурового» паперу є використання настояного розчину насіння льону, розчиненої у бензині фарби з додаванням бичачої жовчі.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
93	Папір	Металізований		Металізований папір – папір на верхній шар основи якого нанесене металізоване покриття. Використовується для етикеток, візиток. Оскільки поверхня цього паперу зовсім не вбирає	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				фарбу, то й друкувати слід спеціальними фарбами, що закріплюються без поглинання.	
94	Папір	Мікалентний		Прозорий або напівпрозорий папір, довговолокнистий, використовується в якості підкладки. Виготовляється по методу сухого формування із довговолокнутої бавовни за допомогою клейового зв'язуючого. Має масу одному м ² 17 г. Застосовують в реставрації живопису, реставрації паперу та проведенні пакувальних робіт для збереження пам'яток у фондах.	
95	Папір	Нейтральний (безкислотний)		Папір, композиція не містить ні вільної кислоти, ні вільного лугу, або характеризується невеликою кислотністю. Характеризується в одиницях рН водної витяжки на рівні 7.	
96	Папір	Нотний		Папір для нотних записів або видань за видовою класифікацією належить до паперу для письма. Має масу одного м ² 110–130 г, а більш сучасний папір 90-х рр. ХХ ст. – 100–120 г. Це є підтвердженням того, що створення інформації за допомогою нотної грамоти потребує винятково стабільних властивостей самого матеріалу.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
97	Папір	Оксамитовий		Різновид оздоблювального паперу, що виготовляється шляхом нанесення електростатичним способом на папір-основу ворсу з волокон різної довжини.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
98	Папір	Офсетний		Проклеєний середньозольний папір із обмеженою деформацією після зволоження для друкування видань способом офсетного друку (характеристика відповідно ДСТУ 2101-92). Виготовляється без поверхневого покриття. Цим відрізняється від крейдованого паперу, де є поверхнєве покриття. Використовується для друкування багатокольорових ілюстрацій в текстових виданнях офсетним способом (спосіб друку за допомогою проміжної поверхні). Характеризується достатньо високими показниками механічної міцності, білості, а також вбирності порівняно з типографським та газетним паперами. Офсетний папір № 1 застосовується для видань тривалого терміну служби, № 2 – для середнього терміну служби. На офсетному папері № 1 поліпшеної якості можуть друкуватися багатобарвні видання. Офсетний папір № 2 має жовтуватий відтінок.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
99	Папір	Парафінований		Підданий певній обробці, просоченню, папір-основа, що в якості первинного матеріалу застосовується для виготовлення інших видів паперу і виробів з нього. На нього наносять покриття з парафіну.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
100	Папір	Пергаментний		Пергаментний папір – особливий вид щільного паперу, який не пропускає вологу та жири. Виготовляється з пористого фільтрувального паперу. Фільтрувальний папір обробляється 50% розчином сірчаної кислоти, при цьому частина целюлози руйнується і закупорює пори.	
101	Папір	Пергаментний	Силіконовий	Папір, одна або обидві сторони якого обробляються силіконовим маслом, тому він є маслостійким, водонепроникним, антилипким і високотемпературним.	
102	Папір	Пергаментний	Підпергамент небілений	Дуже тонкий папір. Виготовляють його лише з натуральної сировини – целюлози спеціального помолу. Кінцевий продукт відрізняється високим рівнем екологічності і повністю безпечний для споживача.	
103	Папір	Пергаментний	Пергамент харчовий	Гладкі та щільні світло-коричневі полотна вироблені виключно з пористого фільтрувального паперу.	
104	Папір	Пергаментний	Калька	Папір для креслярських робіт.	
105	Папір	Письмений		Проклеєний папір з нормованою непрозорістю. Папір для писання чорнилом	
106	Папір	Плур		Тонкий прозорий папір, призначений для захисту ілюстрацій від механічних пошкоджень. Виготовляється із відбіленої облагороженої це-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				люлози, масою одного м ² – 18–20 г, проклеєний, без наповнювача, машинної гладкості.	
107	Папір	Реставраційний		Папір характеризується фізико-хімічними показниками маси одного м ² – 9–20 г і 50–90 г.	
108	Папір	Реставраційні папери	Pergaminseiden: Leinenpr (пергамент під льон), Eisblumenpr (пергамент-сніжинка) та Spinwebpr (пергамент-павутиння).	Композиція названих марок містить 100% целюлозних волокон. Інструментальними дослідженнями встановлено, що маса одного м ² названих марок паперу – 30 г, кислотність в одиницях pH – 7,0–7,3, формат аркушів – 75 × 105 см. Папір Pergaminseiden Ungerpr має такі показники: масу одного м ² – 40 г і на поверхні аркушів відсутнє тиснення. Реставраційні папери сучасного виробництва, що використовуються для виготовлення захисних сторінок або рекомендується для прокладання між малюнками та фотографіями у фотоальбомах та образотворчих раритетних виданнях з ілюстраціями	
109	Папір	Реставраційний	Arakaji Natur H/M	Папір характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 50% волокон Kozi, 50% Pulp; маса одного м ² – 33 г; кислотність в одиницях pH – 6,8; формат арку-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				шів – 61 × 98 см. Встановлено, що папір шорсткуватий, довговолокнистий, світло-чайного кольору, з чітко вираженими лініями понтюзо.	
110	Папір	Реставраційний	Atsushi Н/М	Папір характеризується наступними фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 40% волокон Кози, 60% волокон Pulp; маса одного м ² – 67 г; кислотність в одиницях рН – 6,6; формат аркушів – 64 × 97 см. На сьогодні папір пропонується фірмою в упаковках по 25 аркушів; така кількість паперу дозволяє виконати значний обсяг відновлювальних операцій для документів з одної упаковки, що доцільно для багатотомних видань бібліотечних зібрань. Папір щільний, трохи шорсткуватий, молочного кольору, з ледь видимими на просвіт лініями понтюзо.	
111	Папір	Реставраційний	Canson Ingres Vidalon	Папір-верже Canson Ingres Vidalon – з високим вмістом бавовни, не містить кислот, характеризується достатнім лужним резервом, високою стійкістю до дії мікроміцетів та дії світла (окрім паперу чорного кольору); маса одного м ² 100 і 125 г; формат аркушів – 50 × 65 см; вироблений у Франції. Кольорова гама цієї марки паперу складається з 21 пастельних відтінків.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
112	Папір	Реставраційний	Canson Mi-Teintes	Папір Canson Mi-Teintes із зернистим крупно-волокнистим малюнком (одностороння структура «медові соти»), із високим вмістом бавовни; масою одного м ² – 160 г; формат аркушів – 50 × 65 см та 75 × 110 см; вироблений у Франції. Кольорова гама включає 50 пастельних кольорів. На відміну від інших марок цей папір відрізняється технологією виробництва: характеризується фарбуванням і проклеюванням в масі (шляхом введення в паперову масу проклеювальних речовин та барвників). Папір характеризується високою світлостійкістю (окрім паперу чорного кольору). Протигрибкова добавка, виробництво у нейтральному середовищі із захисним лужним покриттям забезпечує паперу цієї марки стабільність щодо старіння та надає ряд переваг: папір не втрачає свої якості з часом, стійкий до пліснявіння та пожовтіння.	
113	Папір	Реставраційний	Dessin J.A.	Папір білого кольору, з невеликим показником шорсткості. Цей вид паперу характеризується різноманітням мас одного метра – від 90, 120, 160 до 200 г, і форматів аркушів – А4, А3, А2, 75 × 110 см.	
114	Папір	Реставраційний	Kawashi	Папір характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад –	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				20% волокон Kozu, 10% волокон Manila, 10% волокон Pulp, 10% волокон Ryon; маса одного м ² – 35 г, кислотність в одиницях рН – 6,9; формат аркушів – 66 × 99 см. Як встановлено органолептичними дослідженнями, папір тонкий, вершкового кольору, з довільно направленими волокнами, придатний для реставрації документів, виконаних на тонкому папері.	
115	Папір	Реставраційний	Kozu Natur (Rolle)	Надтонкий, рівно міцний, довговолокнутий, пористий, м'який та гладкий папір Kozu Natur (Rolle), містить 100% волокна Kozu; маса одного м ² – 4 г; з показником кислотності в одиницях рН – 7,8; білого кольору; рулонний. Рулон 1 × 60 м найкраще підходить для дублювання документів з одностороннім текстом.	
116	Папір	Реставраційний	Langfasen-Seiden Rolle	Композиція складається з 100% волокон Manila, маса одного м ² – 9 г; кислотність в одиницях рН – 7,0. Цей матеріал поставляється виробником у рулонах, розмір яких 98 см × 100 м. Органолептичними та інструментальними дослідженнями встановлено, що папір тонкий, пористий, м'який, з високими характеристиками міцності, довговолокнутий, білого кольору.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
117	Папір	Реставраційний	Mitsumata 5 Н/М	Папір з композиційним складом із 100% волокон Mitsumata; маса одного м ² – 11 г; кислотність в одиницях рН – 6,6; формат аркушів – 56 × 70 см. Органолептичними та інструментальними дослідженнями встановлено, що папір тонкий, світло-чайного кольору з вираженими лініями верже і понтюзо.	
118	Папір	Реставраційний	Senkwa	Папір характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 80% волокон Kozu, 20% волокон Pulp; маса одного м ² – 50 г; кислотність в одиницях рН – 6,8; формат аркушів – 58 × 84 см. Органолептичними дослідженнями встановлено, що папір не щільний, світло-чайного кольору з малопомітними лініями верже і понтюзо.	
119	Папір	Реставраційний	Tengujo	Композиція складається із 100% волокон Manila Napr; маса одного м ² – 6 г; кислотність в одиницях рН – 6,7; матеріал аркушевий, розмір аркушів – 48 × 94 см. Як встановлено органолептичними та інструментальними дослідженнями, папір тонкий, пористий, рівно міцний в поздовжньому та поперечному напрямках, білого кольору. Завдяки низькій товщині при достатній міцності, папір Tengujo майже невидимий при	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				дублюванні текстових документів. Цей папір може застосовуватися для реставрації унікальних стародрукованих видань.	
120	Папір	Реставраційний	Tosa Kozonatur	Папір характеризується наступними фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 80% волокон Kozi, 20% волокон Pulr; маса одного м ² – 32 г; кислотність в одиницях pH – 6,7; формат аркушів – 65 × 98 см. Папір має добре виражені лінії верже і ледве видимі – понтюзо, колір – слонової кістки.	
121	Папір	Рисовий		За технічними характеристиками папір може бути одношаровим, двошаровим і з різними водяними знаками, досить якісний, тонкий, з невисокою щільністю та шорсткою поверхнею аркуша, сіро-бурого відтінку.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
122	Папір	Сигаретний		Сереньозольний непроклеєний тонкий папір-машинної гладкості з нормованим показником тліючої здатності.	
123	Папір	Словниковий (бібльдрук)		Спеціальний сорт друкарського тонкого непрозорого типографського паперу, що застосовується для друкування словників, об'ємних довідників, каталогів тощо для компактності. Виготовляється з відбіленої целюлози, інколи з	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				додаванням невеликої кількості відбіленої деревної маси, масою 40 або 50 г/м ² , з високою зольністю та непрозорістю. Вперше виготовлений з ганчір'яної напівмаси в 1841 р. Словниковий папір в давнину використовувався для друкування Біблій, тому папір називався «бібльдрук».	
125		Типографський		Слобопроклеєний середньозольний або підвищеної зольності папір для друкування високим друком (характеристика відповідно до ДСТУ 2101-92). Типографський папір № 1 випускається машинної гладкості (для чистотекстових книг), каландрований папір (для видань, що містять штрихові та напівтонові ілюстрації), і висококаландрований (напівтонові ілюстрації).	
126	Папір	Фільтрувальний		Фільтрувальний папір являє собою інертну основу, стійкий до різноманітних хімічних реакцій, має безліч отворів або пор. Від кількості пор і їх розміру залежить швидкість потоку або ефективність фільтрації. Характеризується ємністю і твердістю. Ємність фільтрувального паперу пов'язана з утриманням частинок в процесі фільтрації. Твердість паперу – механічна стійкість до вологості. Чим вища твердість, тим вища якість і менше деформації або псування паперу.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
127	Папір	Форзац-ний		Цей вид паперу використовують для виготовлення форзаців (це аркуш, який скріплює обкладинку книжки із її блоком). Папір середньої зольності із підвищеним опором зламу та обмеженою здатністю до скручування після одностороннього зволоження. Форзац має підвищену міцність до згинання, крім того добре проклеєний, бо кріпиться із книжковим блоком та обкладинкою за допомогою клею. Маса одного м ² може бути від 100 до 180 г. Підвищені вимоги щодо міцності паперу визначаються за показником опору зломові; число подвійних перегинів повинно бути не менше 15–20. Сучасний форзацний папір має характеризуватися також високими оптичними показниками: білість паперу з оптичним вибілювачем має становити 82–85%, а без оптичного вибілювача – 78%.	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники
128	Папір	Фотопапір		Світлочутливий папір, виготовлений із паперу-основи шляхом нанесення на нього захисного й світлочутливого покриття, для одержання фотовідбитків з негативів	Вогонь, вода, мікробіологічні шкідники
129	Папір	Фотопапір	Баритований (баритовий)	Вид паперу з баритовим покривним шаром (з сірчаноокислого барію), і є основним засобом для фотографій. Характерною особливістю фо-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				топаперу є досить висока товщина порівняно з більшістю інших видів паперів. Власне, і щільність такого паперу зазвичай деє на рівні картону, тобто досягає 150 г/м ² .	
130	Папір	Фотопапір	Основа для фотопаперу	Вологоміцний папір із високим ступенем білос-ті, обмеженими вбирністю, засміченістю та вмі-стом металевих краплень.	Вогонь, во-да, мікро-біологічні шкідники
131	Папір	Фотопапір	Фотопапір для друку на лазер-них і стру-меневих принтерах		
132	Папірус			Товстий матеріал, подібний до паперу, адже до його складу входить 57% целюлози, а також 27% лігніну, 9% мінеральних речовин та 7% води. Оскільки його крихкість обумовлюється такою значною кількістю лігніну та мінералів, то документи на папірусі характеризуються не-високою механічною міцністю та підвищеною ламкістю.	Вогонь, во-да, мікро-біологічні й ентомоло-гічні шкід-ники
133	Пергамент			Оброблена певним чином (недублена) шкіра молодих тварин, що застосовувалася до винай-дення паперу як матеріал для письма; пергамен.	– // –

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				Загалом для характеристики шкіри використо- вується три групи показників якості: естетичні, ергономічні та показники надійності тобто дов- говічності. Серед естетичних показників струк- тура поверхні, колір, еластичність. До ергоно- мічних показників відносяться такі показники якості цього матеріалу як гігроскопічність во- логоемність, повітропроникність та декілька інших. Важливими для бібліотечних документів є показники надійності та довговічності. До них відносяться масові частки вологи, оксиду хро- му, попелу та, що вкрай важливо, кислотність та механічні показники. Пергамент як матеріал можна також охарактеризувати вказаними різ- ноплановими показниками. Шкіра, що викрис- товується для відновлення оправ повинна мати показник кислотності в одиницях рН – в межах 4,5–6,0. Стосовно вологості встановлено, що якщо стабільний фізичний стан паперу забезпе- чується наявністю вологи у ньому на рівні 8,0– 10%, то для пергаменту та шкіри цей показник має бути на рівні 12%. Порівняно зі шкірою пе- ргамент більш тонкий, еластичний та пружний.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
134	Платівки			Пластмаси на основі шелаку та полівінілхлориду (ПВХ), розмовна назва «вініл». ПВХ – це синтетичний матеріал, що легко змінює свою форму під дією високих температур, а природні пластмаси на основі шелаку є менш стійкими до ударного навантаження.	Вогонь, вода, мікробіологічні шкідники
135	Плівка			Фото і кіноплівки позитивного і негативного зображення.	
136	Плівка	Нітрат целюлози	Целулоїд	<i>Прояви впливу можливих ризиків:</i> згоряє відразу після займання, навіть за відсутності атмосферного кисню.	
137	Плівка	Триацетат целюлози			
138	Плівка	Поліефір целюлози	Лавсан		
139	Плівка феромагнітна			Плівка з феромагнітним шаром для запису звуку та зображень в аналоговому і цифровому форматі.	
140	Полімерна плівка				
141	Полімерна плівка	Поліамідна з поліетиленовим підшаром			

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
142	Полімерна плівка	Поліетиленова високого тиску			
143	Полімерна плівка	Поліетилентерeftалатна з поліетиленовим підшаром			
144	Полімерна плівка	Самоклеючі матеріали фірми Neschen		Різноманітні типи плівок filmolux, filmomatt, filmoplast та ін. Використання матеріалу типу filmoplast для відновлення документів, у якості матеріальної основи яких застосовано папір, дозволяє значно прискорити реставраційний процес без зниження якості виконаних робіт. Рекомендується використовувати матеріали фірми Neschen для зміцнення з'єднання палітурної кришки і книжкового блоку; для ремонту фальців книг у корінцевій частині блоку; для вклеювання вирваних аркушів та реставрації пошкоджених країв; зміцнення полів картографічних видань та інших аркушевих матеріалів великого формату (планів, афіш, плакатів тощо) зі зворотної сторони; ремонту надірваних арку-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				шів книг та архівних документів на паперових носіях; зміцнення паперових глянсових та кольорових обкладинок, а також зміцнення обкладинок книг в м'яких палітурках, таблиць, друкованих видань тощо.	
145	Скло			Скло (неорганічне скло) – тверда аморфна речовина, прозора, в тій чи іншій частині оптичного діапазону (в залежності від складу), отримана під час застигання розплаву, що має склотворні компоненти. Під склом розуміють сплави різних силікатів з надлишком діоксиду силіцію. Скло не виділяє шкідливих речовин, не має запаху, забезпечує тривале зберігання продуктів, добре миється та дезінфікується, легко утилізується, має добрі декоративні можливості.	
146	Стрічка каптальна			Бавовняна або шовкова тасьма, шириною 12–16 мм з кольоровим або узорчастим валикоподібним потовщеним краєм (бортиком). Почала використовуватися для капталів у XIX ст., змінивши каптали ручного виготовлення. Виробляється машинним способом. Наклеюється на корінці книжкового блоку для оздоблення та деякого зміцнення блока, а також для ліквідації проміжку між корінцем блока та палітуркою.	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
147	Тканина			Матеріал отриманий на ткацькому верстаті переплетінням двох взаємно перпендикулярних ниток – основної і уточної. Основні переплетення наступні: просте, або гладке (полотняне, саржеве, сатинове, атласне); дрібновізерунчатє (рогожка, посилена саржа, діагональ, крепове); складне (подвійне, ворсове, ажурне); крупновізерунчатє або жаккардове (тканини з великим малюнком у вигляді візерунків з квітів тощо). До фізичних властивостей відносяться: гігроскопічність, повітропроникність, паропроникність, змочуваність, пилоємкість.	
148	Тканина	Мішкови- на		Мішковина, що виготовляється з натуральних волокон, завдяки тканині може бути сірого, коричневого або світлого відтінку. Властивості мішковини: Міцність. Матеріал відрізняється міцністю, щільністю і не схильний до розривів. Завдяки зносостійкості вироби з мішковини можна використовувати багато разів; Повітропроникність. Завдяки цьому в тарі з мішковини можна зберігати сипучі вантажі, крупи, овочі; Стійкість до комах. Мішковина з рослинних або синтетичних матеріалів є не цікавою для молі та інших комах; Довговічність. Вироби з міш-	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				ковини можуть прослужити не один рік, вони не схильні до стирання; Екологічна безпека.	
149	Тканина	Оксамит		Матеріал має складну текстуру тканини з п'яти ниток, де чотири – сплетіння основи, а п'ята – для ворсу. Завдяки цьому оксамит не мнеться, дуже добре вбирає вологу. Також оксамитова тканина не деформується і не зменшується після чищення (краще це робити паром у підвішеному стані) і має хорошу аерацію.	
150	Тканина	Шовк натуральний		Основний матеріал для виробництва шовку – волокно кокона тутового шовкопряда, яке мають трикутний перетин, додає тканині матовий блиск. Товщина волокна вимірюється в мікронах. Тканина щільна, гігроскопічна, має відмінну вентиляцію. Залежно від товщини використовуваної нитки, існує кілька видів шовку – атлас, крепдешин, мокрий шовк.	
151		Шовк натуральний	Атлас	Шовкове полотно атлас має глянцекий блиск і гладку структуру. Після машинного прання атлас набуває цікавий ефект – а саме, на дотик він стає схожим на ніжну лайку. Це можливо тільки з натуральним атласом.	
152		Шовк натуральний	Крепдешин	Крепдешин, креп жоржет, шифон – текстурний шовк без гладкості. Ці види шовку мають різочу міцність при незмінній тонкості полотна,	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				крепдешин і креп жоржет має невелику еластичність вздовж, а також по діагоналі волокон.	
153		Шовк натуральний	Мокрий шовк	Мокрий шовк містить мікрворс, його поверхня схожа на шкірку персика.	
154	Фонографічний циліндр			Композиція матеріалу фоноциліндра – різні види воску з додаванням бджолиного воску, парафіну, ладанової (ароматизатор), касторової, оливкової олій та інших добавок, на разі й мінеральних. Механічні дефекти (подряпини, тріщинки) обумовлені репродукцією звуку, а також складними фізико-хімічними процесами, що є типовими для аморфно-ліпідних систем, до яких відносяться воскові композити.	Вогонь, вода, мікробіологічні шкідники
155	Фотодрук			Фотодрук - технологія, використовувана для друку професійних фотографій. Фотодрук здійснюється на найсучаснішому обладнанні, класичним фотохімічним способом, де точність передачі кольору залишається без змін і витримується 100% чіткість зображення, незалежно від його розміру.	
156	Шкіра	Шкіра натуральна (кози, ягняти, волова)		Шкіра – це міцний та довговічний матеріал, який виготовляється із шкір різних тварин. Після первісної обробки шкіри виконується процес її дублення (видів дублення існує чимало). За сучасними уявленнями дублення є процес скрі-	Вогонь, вода, мікробіологічні й ентомологічні шкідники

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				плення молекул колагену частинками дубильної речовини (поперечне зшивання молекул). Загалом для характеристики шкіри використовується три групи показників якості: естетичні, ергономічні та показники надійності, тобто довговічності. Серед естетичних показників структура поверхні, колір, еластичність. До ергономічних показників відносяться такі показники якості цього матеріалу як гігроскопічність вологоємність, повітропроникність та декілька інших. Важливими для бібліотечних документів є показники надійності та довговічності. До них відносяться масові частки води, оксиду хрому, попелу та, що вкрай важливо, кислотність та механічні показники. Шкіра, що використовується для відновлення оправи повинна мати показник кислотності в одиницях рН – у межах 4,5–6,0. Стосовно вологості встановлено, що якщо стабільний фізичний стан паперу забезпечується наявністю води у ньому на рівні 8,0–10%, то для пергаменту та шкіри цей показник має бути на рівні 12%.	
157	Шкіра	Рослинного дублення		Рослинне дублення – у процесі вичинки використовується дубова кора та інші інгредієнти, які отримують з рослин. В результаті виходить	

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
				еластичний матеріал коричневого кольору. Потрібного відтінку досягають, варіюючи кількість і якість інгредієнтів, що застосовуються, і підбираючи колір сировини. Шкіра рослинного дублення не є водостійкою. При дії вологи вона змінює колір, а якщо вбере рідину і потім висохне, то зменшиться в розмірі (сяде) і затвердіє, стане менш еластичною. У гарячій воді цей вид шкіри сильно сідає і стає твердим, тендітним матеріалом, що позначається на його якості та обмежує можливість його використання.	
158	Шкіра	Жирового дублення		Сиром'ятна шкіра (сиром'ять, м'ячина) – шкіряний матеріал стародавнього способу вичинки. Виробляється шляхом розпушення структури шкіри з фіксацією цього стану жируючими речовинами. Була повсюдно поширена, але нині практично витіснена дубленими шкірами.	
159	Шкіра	Хромового дублення		Хромове дублення – для дублення використовують солі тривалентного хрому. М'якість та еластичність шкір хромового дублення вище, ніж у танидного дублення. Більше стійкий до дії високих температур. У вологих умовах швидше намокають і повільніше висихають. Хромовий дубитель забарвлює бахтарму в сіро-зелений колір.	

Закінчення табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
160	Шкіра	Комбінованого дублення		Комбіноване дублення – дублення кількома різними речовинами одночасно або в певній послідовності, наприклад, сполуками хрому і танідами (хромтанідне дублення), або в комбінації з синтетичними і штучними дубителями, сполуками цирконію, алюмінію, дублячими аміносмолами, формаліном та ін дублячими речовинами.	
161	Шкіра	Мінерального дублення		Мінерального дублення – просочення шкіри глиноземними солями.	

У табл. 5.2 зведено матеріали за їх складом і призначенням та іншими оцінювальними критеріями/характеристиками, які використані для створення та відновлення особливо цінних документів НБУВ з поділом їх на види (до прикладу, складовими узагальненої назви папір є такі його види: афішний, газетний, ганчір'яний, друкарський, естампний, крейдований (пігментований), мармуровий, нотний, офсетний, реставраційний масою одного м² – 9–20 г та 50–90 г, рисовий, форзацний, фотопапір тощо). Останні ж можуть мати широкий спектр підвидів, наприклад реставраційні папери.

У переліку також описані основні характеристики матеріалів, що використані для створення та відновлення особливо цінних документів НБУВ, можливі фактори ризиків, які погіршують властивості, та прогнозований термін зберігання матеріалів. Використання наведеної інформації як цілісної класифікації щодо застосування матеріальної основи одиниць зберігання у взаємозв'язку ознак груп матеріалів за призначенням, фасетів матеріалів за походженням і способів фіксації інформації на насіях, пропонується враховувати і під час моніторингу фактичного фізичного стану документів, і для надання рекомендацій щодо використання матеріалів з метою відновлення документів чи заміни засобів індивідуального зберігання.

Перелік та основні характеристики матеріалів, що використані для створення та консервації особливо цінних документів НБУВ, розглядаємо як узагальнення і адаптацію сучасної інформації про матеріальну основу документів для використання у системі моніторингу фактичного фізичного стану фондів та для надання рекомендацій для їх відновлення.

РОЗДІЛ 6

ШЛЯХИ ОСУЧАСНЕННЯ РЕСТАВРАЦІЇ ДОКУМЕНТІВ

Серед бібліотечних та архівних фондів визначне місце належить рукописним і друкованим пам'яткам. Збереження цінних пам'яток культурно-історичної спадщини вимагає оснащення реставраційних підрозділів сучасним реставраційним обладнанням, інструментами та матеріалами.

Найбільш реальний шлях до інтенсифікації наукової реставрації документів – це оснащення відділу реставрації сучасним обладнанням, насамперед паперодоливною машиною для доповнення паперовою масою втрат паперу, наскрізних отворів та розривів у пошкоджених аркушах. Рекомендована паперодоливна машина *CeibaCard1* (рис. 6.1) дуже проста у використанні і дозволяє швидко доповнити паперовою масою отвори в папері, час заповнення паперових втрат – 18 с. *CeibaCard1* має наступні розміри: довжину 950 мм, ширину 740 мм, висоту 505 мм. Робоча площа: 600 × 600 мм, що дозволяє відновлювати аркуші друкованих книг та документів відповідного формату.

Для реставрації документів більшого формату, як то листівок, газет, плакатів, афіш, мап тощо рекомендується машина *CeibaCard2* (рис. 6.2), яка має довжину столу 1 605 мм, ширину 690 мм, висоту 1 090 мм і робочу область: 600 × 900 мм. Час заповнення втрат паперу новою масою: 28 с.

Процеси дезінфекції документів та їх зволоження оптимізуються завдяки використанню камери *CeibaWet*, що виготовлена з міцного і прозорого плексигласу (рис. 6.3). Доступ до трьох незалежних полиць дозволяють рухливі двері, встановлені на петлях. Герметичне закриття забезпечується двома замками. Розміри камери 900 × 600 × 500 мм.

З метою виконання реставраційних водних процесів – промивання паперу у відкислюючих та дезінфікуючих ополіскувачах – пропонуються пластикові ПВХ ванни (рис. 6.4) з білого поліхлорвінілу за технологією спаювання пластин двох розмірів: 1700 × 1000 × 160 мм та 900 × 800 × 100 мм. Ванни встановлюються на підставки та обладнані кришками. У лівому задньому кутку розміщене з'єднання для подачі води та підключення до сифону. Поздовжні краї ванни загнуті з метою зміцнення конструкції. Дно ванни злегка опукле, щоб уможливити краще стікання рідини. Несуча конструкція, пофарбована порошковим способом, стабілізує



Рис. 6.1. Паперодоливодна машина CeibaCard1



Рис. 6.2. Паперодоливодна машина CeibaCard2

ванну. Висота ванни разом із несучою конструкцією підібрана так, щоб стояча робота з нею була ергономічною та зручною.

Удосконалена машина для промивання документів – кювета *Ceiba-Bath* (рис. 6.5). Реставраційна ванна великого розміру для очищення і промивання об'єктів. Принцип роботи полягає в тому, що об'єкт поміщається на пластикові ґрати всередині пральної коробки й очищається зми-



Рис. 6.3. Плексигласова камера SeibaWet



Рис. 6.4. Пластиковая ПВХ ванна

ванням бруду за допомогою пістолету-розпилювача, підключеного до води. Відповідно до потреб можна змінювати висоту робочої поверхні кювети на двох рівнях. Брудна вода збирається в нижній кюветі і змивається за допомогою випускного клапана зливу. Розмір ванни: $912 \times 612 \times 295$ мм. Розмір робочої поверхні 900×600 мм.

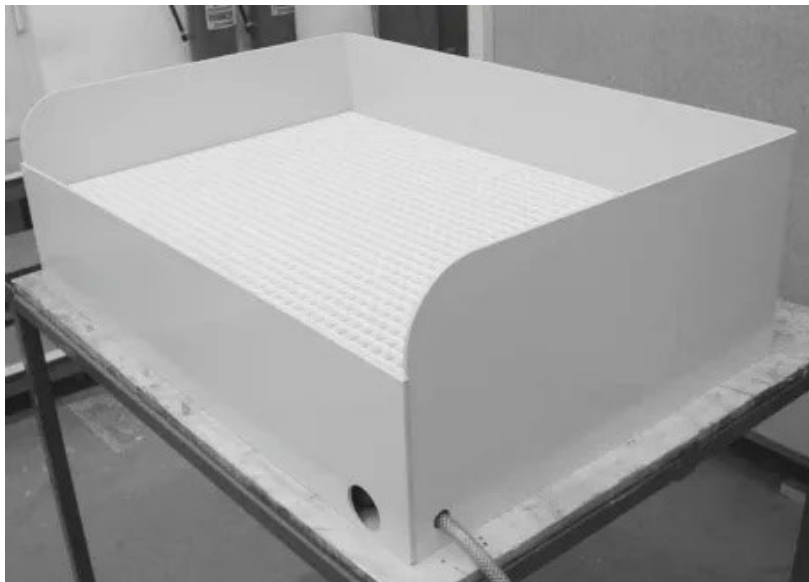


Рис. 6.5. Кювета CeibaBath

Для реставрації великоформатних документів: мап, плакатів, афіш, таблиць тощо пропонуються широкоформатні складні столи *CeibaDesk* (рис. 6.6). Їх перевагою є швидкий і простий монтаж, простота в експлуатації, можливість зберігання в складеному стані. У поверхню столів можна забивати цвяхи, шпильки тощо. Столи пропонуються двох розмірів: 1800 × 2000 мм та 2500 × 2500 мм, їх висота – 760 мм.



Рис. 6.6. Широкоформатний складний стіл CeibaDesk

Зберігання і сушіння відреставрованих аркушів доцільно організувати так, щоб кожне робоче місце реставратора було обладнане настільною сушаркою *CeibaDry* (рис. 6.7) розміром $600 \times 410 \times 510$ мм. Кількість рухомих полиць для сушіння – 10. Максимальний розмір аркуша: 400×600 мм. Розмір пасма сушарки: 50×50 мм.

Для сушіння великої кількості аркушів – під час промивання книги перед її реставрацією або для сушіння великої партії виготовленого мармурового паперу бажано оснастити реставраційну

лабораторію сушаркою великої місткості (рис. 6.8). Вони пропонуються з односторонніми полицями із силовими струнами чотирьох розмірів: 1990×675 мм, 1260×800 мм, 1600×700 мм та 1600×1000 мм та оснащені колесами, що дозволяє переміщати сушарки по приміщенню.

Достатнє освітлення робочого місця реставратора покращується завдяки застосуванню реставраторської лампи LL318 (рис. 6.9) сучасної форми з лупою, обладнаної великою лінзою 3 діоптрії, діаметром 130×180 мм. Оснащена двома лампами, що можуть вмикатися окремо, потужністю 9 Вт: білого світла, температура 4000 К або денного світла; ультрафіолетова UV A бл. 380 нм. Закріплена на рухомому штативі довжиною 85 см з затискачем. Є можливість закріплення на мобільному штативі з кільцями, що дозволяє переміщувати лампу для кращого освітлення певних ділянок поверхні.

Відмінним рішенням для наскрізного просвічування всіх видів паперу, фотографій, книг є сучасний планшет з підсвіткою *H-Light* (рис. 6.10). Поверхня герметично покрита ПВХ-плівкою, що дозволяє виконувати різні дії навіть з водою або неагресивними розчинниками. Тонка плівка (1,5 мм) поміщається під сторінку без необхідності розшивати рукопис, книгу, атлас, журнал тощо. Документ уникає ризику пошкодження. Формат аркушів, що реставруються – A4.

Незамінний пристрій для якісної реставрації унікальних документів – олівець для консервації *Preservation pencil* (рис. 6.11). Пристрій призначений для видалення старого клею, смоли, етикеток, старих шарів і очищення. Холодна вологість, створювана зволожувачем, нагрівається олівцем до необхідної температури, яка залишається незмінною протягом всієї роботи.



Рис. 6.7. Настільна сушарка *CeibaDry*



Рис. 6.8. Сушарка великої місткості

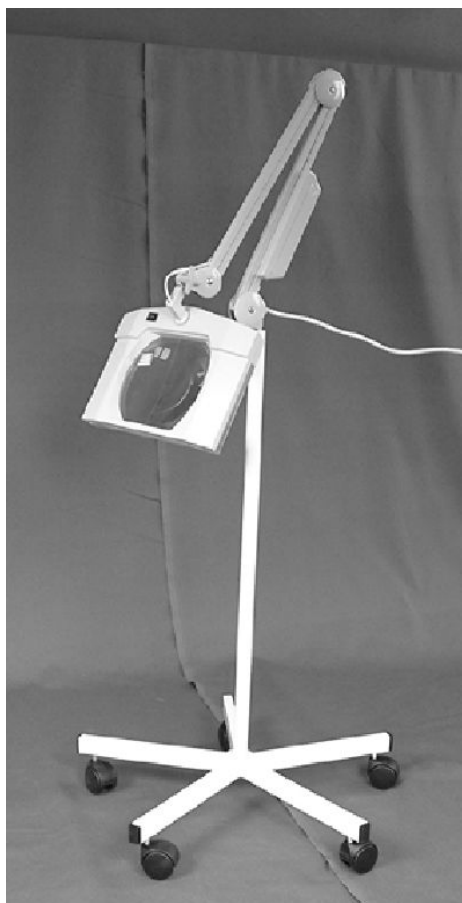


Рис. 6.9. Реставраторська лампа LL318

З метою зволоження паперу, реставраційного матеріалу або робочої поверхні рекомендовані високоякісні розпилювачі *Kuramata* (рис. 6.12). Виготовлені з хромованої латуні, вони призначені для різних типів рідин. Прості у використанні: ручне натискання створює дуже м'яку консистенцію туману без крапель або розпилювачів. Розпилювачі представлені ємкостями 400, 700 та 1 000 мл.

Для сухого очищення забруднених і запованих документів з паперовою основою рекомендована латексна губка для чищення *Wallmaster* (рис. 6.13), виготовлена з 100% чистого натурального м'якого латексу й не містить жодних хімічних, розчинних та інших домішок. Може застосовуватися також для очищення текстилю, папірних матеріалів, шкіри та пергамену. Розміри губки: 155 × 75 × 20 мм.

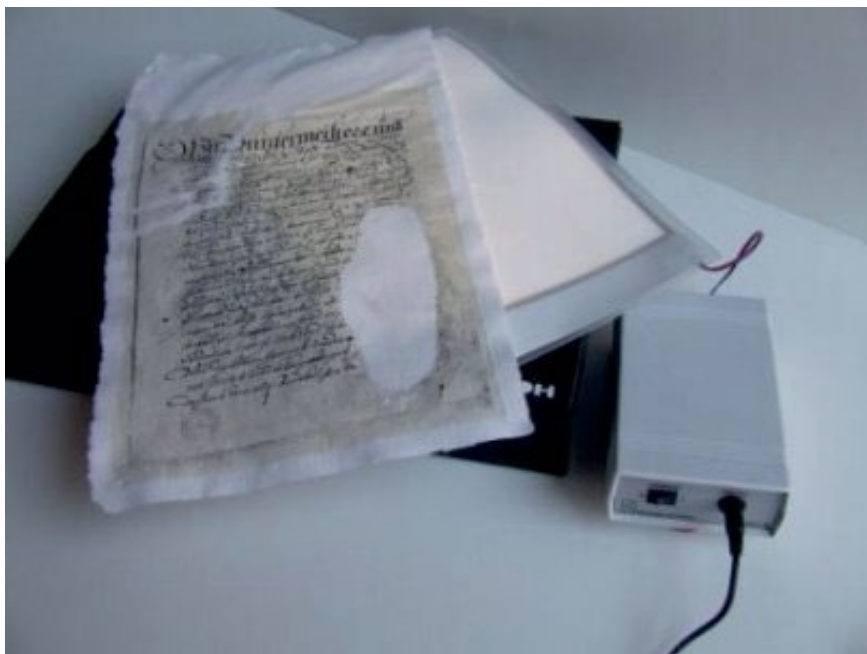


Рис. 6.10. Планишет з підсвіткою H-Light



Рис. 6.11. Олівець для консервації Preservation pencil

За потреби губку можна розрізати на шматочки, які не кришаться під час проведення по поверхні матеріалу з легким тиском. Забруднену губку можна промити водою з милом, добре висушити, але необхідно уникати прямих сонячних променів.

Різноманіття паперових носіїв документів у фондах бібліотеки викликає потребу в наявності великої кількості паперів: різних видів, кольорів, тонів і щільності. Неналежне зберігання паперів призводить до погіршення їх зовнішнього вигляду і структури, а також швидкого зносу. Для їх належного зберігання й зручного використання пропонується мапер А1 × 10 (рис. 6.14).

Це сучасний тип меблів, який створює безпечні умови зберігання паперу, убереігаючи від згинань і несприятливого впливу зовнішнього середовища. Мапер виготовлений з листів висококласної сталі. Метал – це кращий вибір у виготовленні бібліотечних меблів, оскільки він довговічний і не вимагає специфічного догляду. Поверхня маперу забарвлюється полімерно-порошковою фарбою. Вона захищає метал від корозії та впливу несприятливих факторів. Фарбування забезпечує стійкість до появи зовнішніх дефектів, атмосферних змін і температурних перепадів. Конструкція мапера володіє підвищеною вагою, тому виключається ризик перекидання. Розбірний корпус легко збирається, надійні кріплення не допускають разшатування при щоденній експлуатації.



Рис. 6.12. Розпилювач Kuramata



Рис. 6.13. Латексна губка для чищення Wallmaster

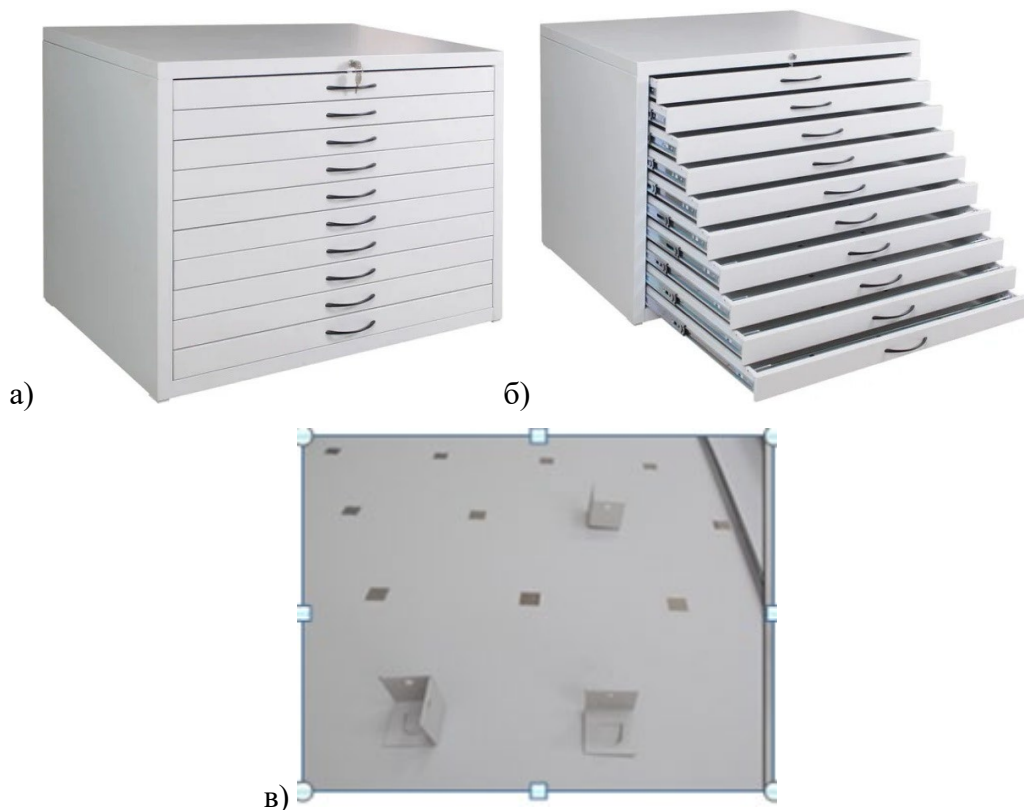


Рис. 6.14. Мапер А1: а) зачинений; б) розкритий; в) облаштування внутрішньої частини ящика

Мапер може розміщуватися в будь-якому приміщенні, без прив'язки до рівня вологості й температурного режиму. Містить 10 висувних ящиків. Вони обладнані телескопічними направляючими, які відкривають вміст на 100%. Усередині передбачена притискна планка проти зминання паперів. Зберігається їх зовнішній вигляд і структура, користуватися ними значно комфортніше. Конструкція може обладнуватися роздільниками, якщо всередині ящиків складуються папери меншого формату. Ящики з ручками замикаються центральним замком. Розміри маперу: висота – 800 мм, ширина – 1 020 мм, глибина – 730 мм.

Для компактного зберігання рулонних реставраційних матеріалів: паперів та палітурних матеріалів, таких як коленкор, ледерин тощо пропонуються спеціальні верстати – стійки, розроблені для різної кількості рулонів та для різної їх ширини. Вони укомплектовані якісними промисловими колесами зі стопорами. Штанги з рулонами обертаються в підшипникових вузлах. Рулони на штангах центруються чотиригранними на-

прямними. Професійне обладнання для виробництва виготовляється з якісного та міцного металу, що є важливим в експлуатації виробів. Зручні та міцні у використанні верстати дуже стійкі до пошкоджень різного характеру завдяки спеціальному покриттю полімерною порошковою фарбою. Стійка для трьох рулонів (рис. 6.15) має такі розміри: висота – 500 мм, ширина – 1 350 мм, глибина – 400 мм, що дозволяють компактно розміщувати на ній три рулони шириною до 1 350 мм. Стійка для чотирьох рулонів (рис. 6.16) – це посилений верстат для розмотування рулонів. Її габаритні розміри: висота – 1 400 мм, ширина – 1 550 мм, глибина – 500 мм. Така стійка дозволяє розміщувати на ній рулонні матеріали більшої ширини й більшу їх кількість.

Для рулонних матеріалів ще більшої ширини й більшої їх кількості розроблена стійка для розмотування дев'яти рулонів (рис. 6.17). Цей зручний верстат має такі габаритні розміри: ширина – 2 400 мм, висота – 2 600 мм та глибина – 600 мм.

У процесі реставрації виникає необхідність безпечного зберігання документів, тож незамінними можуть бути архівні шафи ШКГ-12 (рис. 6.18), що розроблені відповідно до європейських стандартів якості, мають сучасний дизайн, місткий металевий корпус, високу стійкість до зношування та корозії. Зручні і прості в експлуатації. На поверхні відсутні щілини, тому папери чи документи не накопичують пил. Пропонуються моделі різних розмірів і висоти. Шафи укомплектовані 4-ма полицями, регульованими по висоті. Полиці також можна зняти, звільнивши місце. При необхідності, шафи оснащуються роздільниками та додатковою комплектацією. Шафи ШКГ-12 виробляють закритого типу, що обмежує сторонній доступ. Для їх відкривання використовується ручка, в яку вбудований замок. Розміри шафи: висота – 1 970 мм, ширина – 1 200 мм, глибина – 455 мм.



Рис. 6.15. Стійка для розмотування трьох рулонів



Рис. 6.16. Стійка для розмотування чотирьох рулонів



Рис. 6.17. Стійка для розмотування 9 рулонів

Наукова консервація та реставрація потребують великого різноманіття реставраційних паперів спеціального призначення. Серед цих матеріалів у світовій реставраційній практиці широко використовуються матеріали фірми *KLUG*. Архівний папір 047 (рис. 6.19) – стійкий до старіння щільний папір сіро-блакитного кольору, товщиною 0,15 мм та масою одного м² – 130 г. Випускається в рулонах шириною 1,2 м, довжиною 150 м. Верхня його поверхня має спеціальну обробку, брудовідштовхувальна, стійка до сухого протирання. Папір має відмінну світлостійкість, ідеальний для використання як прокладки в папках та на папках. З нього добре виготовляти суперобкладинки на цінні книги, тонкі папки для зберігання аркушевих документів, паспарту для рукописних документів, малюнків, фотографій тощо. Шовковий цигарковий папір без лужного буфера (рис. 6.20), розроблений фірмою *KLUG* — односторонньої машинної гладкості, рН 7, безкислотний, виготовлений без використання оптичних відбілювачів, білого кольору, масою 18 г/м². Випускається в рулонах шири-



Рис. 6.18. Архівні шафи УХЛ-МАШ ШКТ-9: а) зачинений; б) відкритий

ною 1,3 м, довжиною 500 м. Папір пройшов тест на фотографічну активність (PAT) відповідно до стандарту BS ISO 18916:2007. Imaging materials. Processed imaging materials. Photographic activity test for enclosure materials. Рекомендований як обгортковий та прокладочний папір для зберігання документів, фотографій, графіки тощо. Цим папером можна дублювати односторонні рукописні й друковані ветхі пошкоджені документи: мапи, гравюри, листівки. Шовковим цигарковим папером рекомендовано обгортати документи під час їх транспортування.

Шовковий цигарковий папір з лужним буфером (рис. 6.21) фірми *KLUG* –забуферений натуральним карбонатом кальцію (GCC), рН від 8,0 до 9,5, безкислотний і виготовлений без використання оптичних вибілювачів, білого кольору, масою 21 г/м². Випускається в рулонах шириною 1,0 м, довжиною 500 м. Також пройшов тест на фотографічну активність (PAT). Підходить як обгортковий папір для тривалого зберігання фотографій, картин, графіки, а також як прокладний матеріал для бібліотечних аркушевих документів. Використовується для дублювання ветхих паперо-

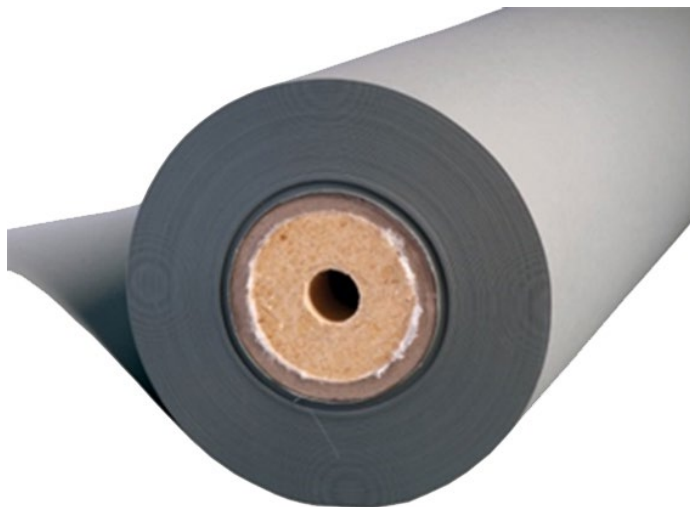


Рис. 6.19. Архівний папір марки 047 фірми KLUG



Рис. 6.20. Шовковий цигарковий папір без лужного буфера фірми KLUG

вих односторонніх документів, а також для ізоляції документів під час їх переміщення.

Японський рівноміцний шовковий папір, що широко використовується у реставраційній практиці для відновлення пошкоджених рукописних та стародрукованих аркушів, неодноразово довів свої переваги для здійснення відповідних реставраційних операцій. У процесі його вироб-



Рис. 6.21. Шовковий цигарковий папір з лужним буфером фірми KLUG

ництва використовується дерев'яне обладнання, для уникнення безпосереднього контакту з металами, зокрема залізом. Таким чином у папір не потрапляють небажані домішки. Відбілювання паперу не виконують, тому папір має природний колір. У процесі черпання (відливу) у волокнисту масу не вносять будь-які добавки, крім слизу кореня *Hibiscus Manihot*, що має нейтральне РН. Унікальна технологія виробництва японського паперу забезпечує його унікальні властивості, що дозволяють отримати дуже прозорий і механічно міцний папір навіть за найнижчої маси одиниці поверхні. Не менш важлива і висока пористість цього паперу. Нашарування його на документ дозволяє йому «дихати».

Для доповнення втрат в основі паперу та підклеєння проривів рекомендується папір Tosa Kozo natur (80% волокон Kozo, 20% Pulp) (рис. 6.22) масою одного м² – 40 г, кислотністю в одиницях рН – 6,7, розміром аркушів 54 × 65 см. Папір має виражені лінії верже і ледве видимі – понтюзо, колір паперу – слонов'ячої кістки, тому його добре використовувати для реставрації унікальних, рідкісних та цінних книг та журналів середини XIX–XX ст. – під час реставрації немає необхідності тонувати папір. Виробнича діяльність відділу реставрації НБУВ була пов'язана із використанням цього виду паперу для відновлення рукописних і стародрукованих документів. Зокрема: «Виписки з книг громадських, трибунальських Люблячських та інших», 1617–1692 (шифр І. 65557–65566); «Документи з

приводу насильства та бешкетів паравхії», 1835 (шифр П.6886); «Апостол», 1777 (інв. № 2979586).



Рис. 6.22. Японський *nanip Tosa Kozo natur*

Зміцнення ветхих ослаблених рукописних та друкованих аркушів, їх дублювання, ламінування, ремонт розривів і тріщин, прикріплення таких об'єктів, як малюнки та фотографії, прокладання між малюнками, рукописами і архівними документами, а також з метою використання як пакувального захисного паперу для цінних документів досягається завдяки застосуванню японського шовкового паперу *Tengujo Kashmir* (100% волокон *Manila Hump* (пенька) (рис. 6.23) масою одного м² – 9 г, кислотністю 6,7, розміром аркушів 48 × 94 м. Це тонкий, пористий рівномісний білий папір, майже невидимий при нанесенні на текстові документи. Переваги реставрації «Список поселян», 1837 (шифр П.24523); «Месяцеслов», 1774 (інв. № 2889534); «*Preclarus et insignis tractatus docens modum*», 1531 (інв. № 2959618) були доведені застосуванням японського шовкового паперу *Tengujo Kashmir*.

Наявність у відділі реставрації вищенаведеного обладнання, меблів, пристроїв та нейтральних сумісних матеріалів дозволить розширити перелік реставраційних операцій на сучасному рівні, забезпечить надійне та зручне зберігання документів під час їх відновлення у підрозділі. Отже на сьогодні для впровадження інновацій у сферу реставрації особливо

цінних документів, що становлять культурне надбання України, стратегічно важливим є вивчення, апробація та впровадження нових відновлювальних технологій, сучасного обладнання та нейтральних сумісних матеріалів. Необхідним стає запровадження таких способів відновлення фондів, коли довговічність та міцність досягаються в одному технологічному циклі чи в процесі однієї реставраційної операції.



Рис. 6.23. Японський шовковий nanip Tengujo Kashmir

РОЗДІЛ 7

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ І АРХІВНИХ ФОНДІВ

Цифрова трансформація системи збереження бібліотечних і архівних фондів на сучасному етапі реалізується за такими основними напрямками:

– **оцифрування аналогових документів і запровадження системи їх обліку.** Оцифрування аналогових документів достатньо детально розкрито в межах цього розділу. Однак, на нашу думку, не менш важливим є проблема обліку отриманих цифрових даних, зважаючи, що при створенні надійної системи зберігання цифрових даних передбачається їх дублювання в різних відокремлених сховищах, наприклад, страховому фонді. Без системи обліку та відповідних нормативних документів, що регламентують керування процесами пошуку інформації, зберігання, надання доступу, синхронізації, перевірки наявності та стану, відновлення, у разі пошкодження або втрати даних в одному із сховищ, такі сховища перетворюються на файлообмінники з банальним ручним пошуком файлів засобами операційних систем, в яких можна відтворити структуру дисків, тек і файлів. Така система обліку повинна ґрунтуватися на застосуванні визначеного набору метаданих, що зберігаються в базі даних, до якої додається інформаційна пошукова система. Особливого значення такий облік набуває для фондів, що організуються з використанням змінних носіїв інформації. З одного боку, це забезпечує високу надійність, з іншого – вимагає автоматизації топології зберігання цих носіїв. Наприклад, якщо для страхового фонду обрано UDO-диски*, що може забезпечити

* Ultra Density Optical – оптичний диск з ультращільним записом даних, що досягається за рахунок використання синьо-фіолетового лазера з довжиною хвилі 405 нм, що є коротшою на відміну від хвилі червоного лазера з довжиною 650 нм, який використовують для запису / читання звичайних оптичних дисків. Отже, для UDO досягається щільність запису 15 Гб на квадратний дюйм, проте, має стандартний діаметр для оптичних дисків 5,25". Диск розташовується у жорсткій пластиковій квадратній тонкій коробці, що нагадує дискету 3,5". Поширені моделі дисків, що поставляються на ринок, виготовляються у двосторонньому виконанні та мають загальну ємність 30 Гб (по 15 на кожен бік) або 60 Гб (2 × 30), позначаються як UDO2. Потребує використання спеціалізованих пристроїв для запису / читання інформації, що дозволяє передавати дані лише із швидкістю

надійне зберігання цифрових копій і метаданих у захищеному приміщенні, сейфі, зважаючи на неоперативний характер цього фонду, то без застосування спеціальних автоматизованих бібліотек, в які завантажуються масиви таких дисків, керування доступом до інформації, що на них зберігається, перетворюється в рутинну роботу, особливо, при збільшенні кількості таких дисків. Фактично, робота з такими носіями в ручному режимі нічим не відрізняється від доступу до аналогових одиниць зберігання, наприклад аудіовізуальних документів. Вочевидь, вирішальним стає автоматизована система, що забезпечує облік не тільки цифрових копій, що зберігаються на цих носіях, а також самих носіїв. Система повинна точно ідентифікувати носій, місце його зберігання та вміст носія. Разом з тим, така система обліку повинна не тільки пов'язувати різні копії самих якісних цифрових виробів, так звані майстер-копії, а також їх похідні, наприклад, що активно використовуються у складі електронних цифрових ресурсів, що надаються в доступ користувачам бібліотек, архівів і музеїв, наприклад, на їх офіційних вебсайтах. Такі масиви, фактично, однакової інформації, представленої в різний спосіб, різними форматами даних для її відтворення під час виконання завдань із забезпечення потреб різних груп користувачів. Наприклад, для наукових досліджень тої якості цифрових копій, що надаються на загальних інформаційних ресурсах, може бути недостатньо. Крім того, структура і зміст інформаційної структури для даних наукових досліджень явно будуть набагато складнішими за пошукову структуру, що ґрунтується, наприклад, лише на загальних облікових даних про фонд, опис, справу і цього достатньо для запуску загальнодоступних інформаційних систем. Комплексна система обліку всіх цифрових даних інституції, не кажучи вже про інтеграційні проекти, безумовно, сприяє забезпеченню збереженості фондів, насамперед, швидкому наданню доступу до цифрової копії документа належної якості, а не до його оригіналу, а також відтворення розширеної інформації про нього, наприклад, що стосується лише реставраторів. Саме такої стратегії щодо автоматизації системи обліку фондів дотримуються фахівці Інститут інформаційних технологій та ВНТЗФ НБУВ;

– **комплектування документами у цифрових форматах.** На сьогодні найбільших результатів у цьому напрямі досягнули архівісти, що з

4–8 Мб/с. Для порівняння, швидкість передавання даних у більшості сучасних комп'ютерних мережах 100 Мб/с та стрімко поширюються мережі на оптоволокну зі швидкістю 1 Гб/с, а інтерфейс USB забезпечує швидкість до 12 Мб/с, USB2 – до 480 Мбіт/с, а USB3 – до 5 Гб/с. Інтерфейс SATA II забезпечує передавання даних для сучасних внутрішніх жорстких дисків зі швидкістю 3 Гб/с, з інтерфейсом SATA III – 6 Гб/с, а M2 – 1800 Мб/с (запису) і 2500 Мб/с (читання). Для порівняння швидкість наводиться у мега- і гігабітах за секунду.

2010 р. розпочали активні дослідження щодо комплектування так званими документами, що «народжені цифровими» (born digital). Найкращих результатів досягли фахівці Українського науково-дослідного інституту архівної справи та документознавства (далі – УНДІАСД) і Центрального державного електронного архіву України (далі – ЦДЕА України, 2007–2022 рр.). З повним переліком науково-дослідних робіт УНДІАСД можна ознайомитися в розділі «Е-бібліотека» на офіційному вебсайті інституту (<https://undiasd.archives.gov.ua>). Цінним науковим доробком, зокрема для подальшого розвитку у межах НДР УНДІАСД, стала науково-методична робота ЦДЕА України (понад 100 розробок і близько 70 публікацій у фахових виданнях) та успішний практичний досвід щодо приймання на постійне зберігання оригіналів документів в електронній формі, насамперед, електронних інформаційних ресурсів (вебсайтів, баз даних, реєстрів тощо) і документів особового походження в електронній формі (електронні рукописи, листування електронною поштою, блоги, повідомлення в соціальних мережах (Facebook, Twitter (нині X), Instagram), відеоконтент на таких каналах, як YouTube тощо). З доробком ЦДЕА України можна ознайомитися у Центральному державному аудіовізуальному та електронному архіві (далі – ЦДАЕА), Ф. 11, Оп. 1. Цей досвід є надзвичайно важливим сьогодні, зважаючи на потребу в межах ініціативного документування щодо збирання інформації про війну в цифровій формі. Найбільшу частину Національного архівного фонду складають управлінські документи, що на сьогодні активно продукуються багатьма юридичними особами різних форм власності як електронні документи відповідно до Закону України «Про електронні документи та електронний документообіг». Таких форм оригіналів стає з кожним роком все більше. У 2014 р. Міністерством юстиції України видано наказ від 11.11.2014 № 1886/5, що унормовує не лише роботу з такими документами у діловодстві, а також їх підготовку до передавання на архівне зберігання. Наприкінці 2020 р. Міністерство юстиції України видає наказ від 30.12.2020 № 4555/5 про порядок приймання, передавання документів Національного архівного фонду на постійне зберігання. У 2022 р. адміністратор системи електронної взаємодії органів виконавчої влади модернізує цю систему для забезпечення можливості не тільки здійснювати через неї електронний документообіг під час організування діловодних процесів, а також виконувати приймання-передавання архівних електронних документів (<https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2022-08-18-005640-a>). У 2023 р. за дорученням Кабінету Міністрів України (п. 41 розпорядження від 21.07.2021 № 831-р) Міністерство юстиції України спільно з Державною архівною службою України (далі – Укрдержархів) забезпечують створення електронного архіву Міністерства юстиції України, що дозволяє вести підготовку електронних документів

для передавання на архівне зберігання, а також модернізують інформаційно-комунікаційну систему ЕЛАРСИС, що була створена ще у 2017 р. та призначена для централізованого приймання електронних документів на постійне зберігання (<https://www.youtube.com/watch?v=4oaXhe25xmA>). Отже, щодо архівних електронних документів, то справа на сьогодні залишилась за приведенням зазначених нормативно-правових актів у відповідність до успішно виконаного пілотного проєкту. Це визначено зазначеним вище розпорядженням Кабінету Міністрів України та відповідними видатками для поширення програмного забезпечення, що створено для архівного підрозділу Міністерства юстиції України або аналогічного, що забезпечить архівні підрозділи інших юридичних осіб можливістю вести підготовку електронних документів до передавання на архівне зберігання.

Досвід бібліотек свідчить про активну роботу щодо отримання електронних примірників видань, частка яких у загальному комплектуванні цих інституцій поступово збільшується. Найбільш активно ведеться збирання бібліотеками періодичних видань. Найкращих успіхів тут досягнули бібліотеки, що включені до переліку одержувачів обов'язкового безоплатного примірника видань та аудіо-, візуальної, аудіовізуальної продукції України відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 10.05.2002 № 608. До прикладу, НБУВ веде понад 10 років активну діяльність щодо створення загальнодержавного електронного інформаційного ресурсу «Наукова періодика України», зважаючи, що є універсальною науковою національною бібліотекою – найбільшою установою НАН України. Завдяки наполегливій праці співробітників Інституту інформаційних технологій НБУВ цей ресурс є найбільшим і найзатребуванішим в Україні. На кінець 2023 р. репозитарій «Наукова періодика України» містив понад 1,38 млн повних текстів наукових статей в електронній формі з 2 930 наукових фахових видань. Серед них 148 назв наукових журналів, що існували на той час тільки в електронній формі, 318 назв наукових журналів НАН України. Загальний обсяг онлайн-каталогів НБУВ складав 7,87 млн записів. У 2023 р. Відділом формування та використання газетних фондів НБУВ розпочалось активне збирання примірників річних підшивок газет в електронній формі (формат PDF). Для деяких малобюджетних видань це прийнятний спосіб виконати вимоги чинного законодавства щодо безоплатного доставляння обов'язкових примірників документів, а для НБУВ – не загубити для майбутніх поколінь сьогочасні пресодруки. Попереду у працівників цього відділу підготовка нормативного документа, що буде унормовувати цю діяльність і створення у співпраці з Інститутом інформаційних технологій НБУВ електронного інформаційного ресурсу з повнотекстовим пошуком;

– **забезпечення збереженості електронних інформаційних ресурсів**, що створені із документів у цифрових форматах і метаданих до них, насамперед, на сучасному етапі – із цифрових копій аналогових документів, та призначених для надання доступу користувачам до їх інформації, зокрема віддаленого. Ця проблема широко обговорюється у фахових виданнях і спеціалісти сходяться на думці, що такі ресурси дуже швидко самі стають культурною спадщиною та потребують не менш надійного зберігання, як й оригінали, інформацію яких вони надають в доступ. Це доводять приклади, наведені вище. Наприклад, репозитарій «Наукова періодика України» давно вже змінив методи наукових досліджень українськими науковцями, став важливою складовою щодо цифрової трансформації таких досліджень та розвитку національної цифрової гуманітаристики. Для зберігачів фондів функціонування таких ресурсів є запорукою покращення збереженості документів. На сьогодні їх цінність також збільшується, зважаючи на постійну загрозу стрімкого фізичного руйнування або повного знищення об'єктів історико-культурної спадщини у зв'язку з продовженням активних бойових дій на території України без обмежень щодо зони її ураження сучасною зброєю;

– **цифрова реставрація аналогових документів**. Дослідження в цьому напрямі активно проводяться різними інституціями у світі із застосуванням різних методів із суміжних галузей знань. Як і в інших напрямках, ці методи застосовуються для вирішення двох основних завдань: забезпечення збереженості фондів та надання у використанні інформації документів. Різні галузі знань пропонують неочікувані можливості щодо отримання нових масивів прихованої інформації, що дозволяє не тільки проводити більш детальні дослідження історико-культурної спадщини, виявляти нові знання, що дотепер були недоступними, за допомогою інших методів дослідження, а також отримувати важливу інформацію про фізичний стан об'єктів, зокрема документів, та на її основі планувати профілактичні, консерваційні та реставраційні заходи на ранніх стадіях руйнування матеріальної основи документів, а за допомогою сучасних матеріалів і технологій мікро- і нанорівнів вимірювання проводити реставрацію, відновлення цих матеріалів саме на цих рівнях. Сучасні цифрові технології дозволяють власними очима побачити структуру документів на цих рівнях у збільшених масштабах на екрані комп'ютера й, якщо потрібно, провести попередню віртуальну реконструкцію. Іноді така модель стає єдиним джерелом інформації про оригінал, якщо останній було пошкоджено або знищено, зокрема, для фізичного відновлення об'єкта із інших матеріалів або подібних. Цей розділ містить багато корисних прикладів застосування методів дослідження із інших галузей знань, що застосовують до історико-культурної спадщини;

– **автоматизація функціонування сховищ.** На рис. 7.1 наведено фото одного із сховищ у Центральному державному науково-технічному архіві України (ЦДНТА України, м. Харків). Як видно на світлині, усі картонажі марковані QR-кодами. Це дозволяє за допомогою смартфона або іншого мобільного пристрою, обладнаного сканером, швидко отримати всю інформацію про вміст картонажу, не розкриваючи і не рухаючи його. Звернення до бази даних відбувається прямо з смартфона за інформацією, закодованою в QR-коді. Процес маркування усіх картонажів у всіх сховищах завершено у 2020 р. Фактично відбулася автоматизація топології усіх сховищ ЦДНТА України, що отримала назву ТОПАЗ (ТОПологія Архівного Зберігання)⁴⁷. Поява системи ТОПАЗ стало надважливим чинником під час переміщення архіву в іншу будівлю, яке було успішно здійснено наприкінці 2020 р., з подальшою оптимізацією розміщення фондів у нових сховищах⁴⁸. На сьогодні у колег із ЦДНТА України є плани марку-

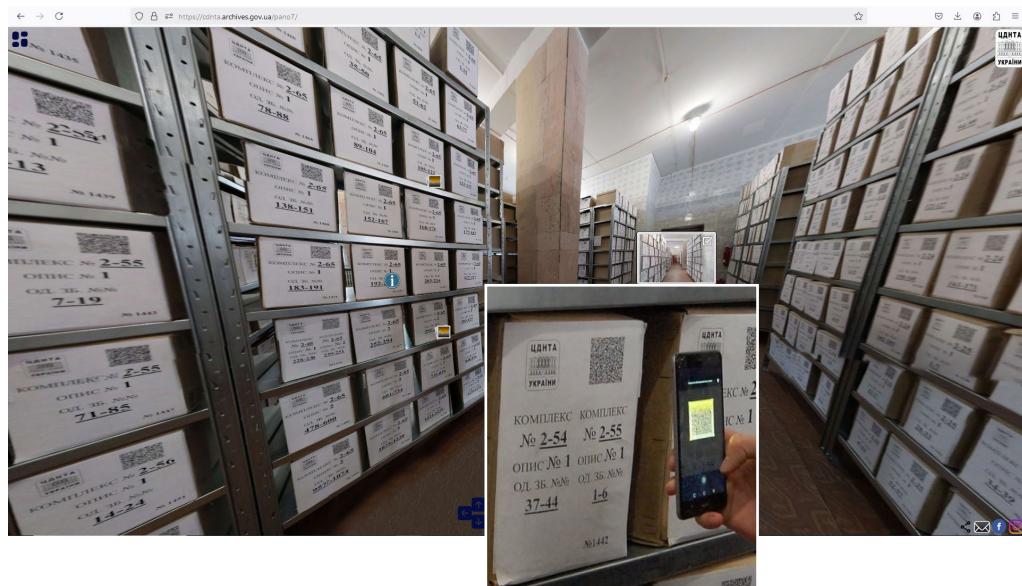


Рис. 7.1. Із віртуальної екскурсії сховищем ЦДНТА України⁴⁹

⁴⁷ Балишев М., Алексєєнко А., Науменко Т., Черняховська Ю. Процеси цифровізації та запровадження ініціативного проєкту «ТОПАЗ» у Центральному державному науково-технічному архіві України. *Архіви України*. 2020. №2. С. 17–27.

⁴⁸ Про заходи щодо переміщення Центрального державного науково-технічного архіву України : наказ Держ. архів. служби України від 07.08.2020 № 110.

⁴⁹ Комплексна 3D-екскурсія приміщеннями ЦДНТА України. Офіц. вебсайт ЦДНТА України. URL: https://cdnta.archives.gov.ua/3d_tour_of_the_cssta_of_ukraine/ (дата звернення: 14.04.2023).

вати такими кодами усі одиниці зберігання, що дозволить значно прискорити пошук і видавання документів із сховищ. Рішення було виконано на базі мережевого сховища Synology та штатного програмного забезпечення, що поставляється у складі цього сервера;

– **створення автоматизованої системи моніторингу нормативних умов зберігання фондів**, динаміки стану документів та аналізу результатів їх обстежень для отримання оптимальних рекомендацій щодо планування профілактичних, консерваційних, реставраційних, рятувальних заходів. На 2024 р. ВНТЗФ НБУВ заплановано проведення пілотного проєкту із створення мережі датчиків для автоматизованого людинонезалежного цілодобового отримання даних про температурно-вологісний режим у сховищах у корпусі по вул. Володимирській, 62 та накопичення їх у спеціалізованій базі даних;

– **роботизація бібліотек**. Незважаючи на те, що наше дослідження присвячено збереженню фондів бібліотек і архівів, ми розуміємо, що роботизація бібліотек, зазвичай є комплексним рішенням, спрямованим, насамперед, на прискорення обслуговування користувачів і комплектування бібліотек, а в умовах великих потоків обов'язкових примірників і відвідувачів читальних залів, що актуально для великих національних бібліотек, ще є запорукою покращення якості комплектування й обслуговування читачів, ураховуючи, що роботи не втомлюються і не помиляються. Вони можуть ламатися або виконувати не потрібні дії, у разі неналежного їх обслуговування або збоїв у роботі програмно-технічного комплексу, що ними керує. На загальному рівні роботизація бібліотечної справи поділяється на запровадження роботи з автономними системами, що часто нагадують нам тих самих іграшкових роботів, яких більшість людей асоціюють з поняттям «робот». Зазвичай такі роботи зустрічають користувачів у бібліотеках, виконуючи функцію помічників, надаючи довідкову інформацію в різний спосіб, зокрема, мають здатність сприймати навколишнє середовище, розпізнавати обличчя, читати емоції та спілкуватися з людьми вербально. Це стає можливим, зокрема, за допомогою проникнення штучного інтелекту, створення великого обсягу даних у формі баз знань, розвитку інфраструктури бездротових мереж і застосування технологій, що постійно збільшують швидкості обміну даними, перетворюючи роботів на «розумних» гідів, які невтомно готові допомогти усім, хто до них звертається. Нове покоління подібних систем називають «гуманоїдними роботами» (humanoid robots) або «соціальними роботами» (social robots). Успішним прикладом впровадження «гуманоїдних роботів» у бібліотечну справу продемонструвала Австралійська публічна бібліотека (Australian public libraries), розпочавши цей проєкт приблизно з 2018 р. З результата-

ми новації австралійських бібліотекарів можна ознайомитися у відповідному дослідженні 2020 р., що оприлюднено у фаховому журналі Австралійської бібліотечної та інформаційної асоціації⁵⁰. Робот подібного типу вітав учасників Міжнародного симпозіуму з робототехніки та штучного інтелекту в бібліотеках та освітньому секторі (рис. 7.2), що відбувся 10–11 листопада 2021 р. в Університеті Преторії (Південна Африка), у співпраці з ІТ-секцією Міжнародної федерації бібліотечних асоціацій та установ (International Federation of Library Associations and Institutions, IFLA). Через розвиток штучного інтелекту, яким наділяють подібних роботів, можуть ставатися і кумедні випадки, свідками одного із яких стали відвідувачі бібліотеки в Китаї у 2020 р., які зробили відео двох андроїдів, що обслуговували користувачів і посварилися прямо у читальній залі, як іноді це роблять люди (<https://www.dailymail.co.uk/news/article-9102001/Two-AI-robots-working-Chinese-library-bicker-lobby.html>).

Другий тип роботизації дещо відмінний від звичайних уявлень людей і більше нагадує роботизовані конвеєри, що широко застосовуються на виробництві, наприклад, в автомобільній, аерокосмічній, приладобудівній, мікропроцесорній промисловостях для автоматизованого збирання авто, літаків, приладів, чипів тощо. Основою таких систем є система підйомників (ліфтів), конвеєрів і роботизованих рук, що виконують механічні операції різного призначення.

У бібліотеках, зазвичай, автоматизують такі операції: пошук (ідентифікації) фізичних одиниць зберігання у сховищі за відповідним маркуванням на підставі електронного замовлення; складання цих фізичних об'єктів до контейнеру, що доставляється по внутрішній системі конвеєрів до читальних залів; сортування одиниць зберігання під час їх повернення користувачами; комплектування бібліотек, зокрема, маркування нових надходжень, доставляння до місця зберігання, що, наприклад, визначається бібліотекарем. Розвитку цих систем слід завдячувати великим торгівельним компаніям універсального характеру, що намагалися автоматизувати сортування різних за своїми фізичними розмірами і формами товарів у великих складських приміщеннях, вирішення проблеми їх оптимального розташування у цих складах для заощадження місця; швидкого пошуку товарів на замовлення покупців і відвантаження їх замовнику. По суті діяльність бібліотек і архівів дуже схожа на рівні об'єктів різної фізичної форми, що зберігаються у сховищах, на діяльність таких підприємств.

⁵⁰ Nguyen L. C. The Impact of Humanoid Robots on Australian Public Libraries. *Journal of the Australian Library and Information Association*. 2020. Vol. 69. No. 2. P. 130–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/24750158.2020.1729515>.



Рис. 7.2. Проректор Університету Преторії (Південна Африка), професор Тавана Куне (Tawana Kure) спілкується з роботом під час міжнародного симпозіуму (https://www.up.ac.za/cf-robotics_ai2021/)

Системи, що забезпечують автоматизацію зазначених процесів з фізичними об'єктами різної форми, які умовно зберігаються в одному великому сховищі, отримали назву автоматизованих систем зберігання і пошуку (Automated Storage and Retrieval System, ASRS)⁵¹. Деякі виробники не зазначають у цій назві функцію зберігання та застосовують акронім ARS. Проте, часто саме аббревіатуру ASRS або AS/RS можна спостерігати в позначенні роботизованих систем різних бібліотек.

Швейцарська компанія Kardex Holding AG із Цюриху, яка спеціалізується на створенні зазначених систем, представила на своєму каналі в YouTube наочну інфографіку переваг власної системи AutoStore robotic cube technology (технологія роботизованого куба для реалізації автоматизованого магазину), наведеної на рис. 7.3, що у зрозумілій формі наводить переваги щодо суттєвого збільшення корисної площі зберігання фізичних об'єктів у наявному сховищі. Приміщення швидко оптимізується для застосування готових модулів у формі кубу, яким керує оператор. Кожен куб

⁵¹ Moya C., Henrique P. Novel Automated Storage and Retrieval Systems: Systematic Literature Review and Future Research Agenda. São Paulo, 2022. 113 p. URL: [https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/1261b097-e05c-4c5a-a496-902068373efd/PEDRO HENRIQUE CONSTANTE MOYA PRO2022.pdf](https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/1261b097-e05c-4c5a-a496-902068373efd/PEDRO%20HENRIQUE%20CONSTANTE%20MOYA%20PRO2022.pdf) (дата звернення: 14.04.2023).

216 Базові складові сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів

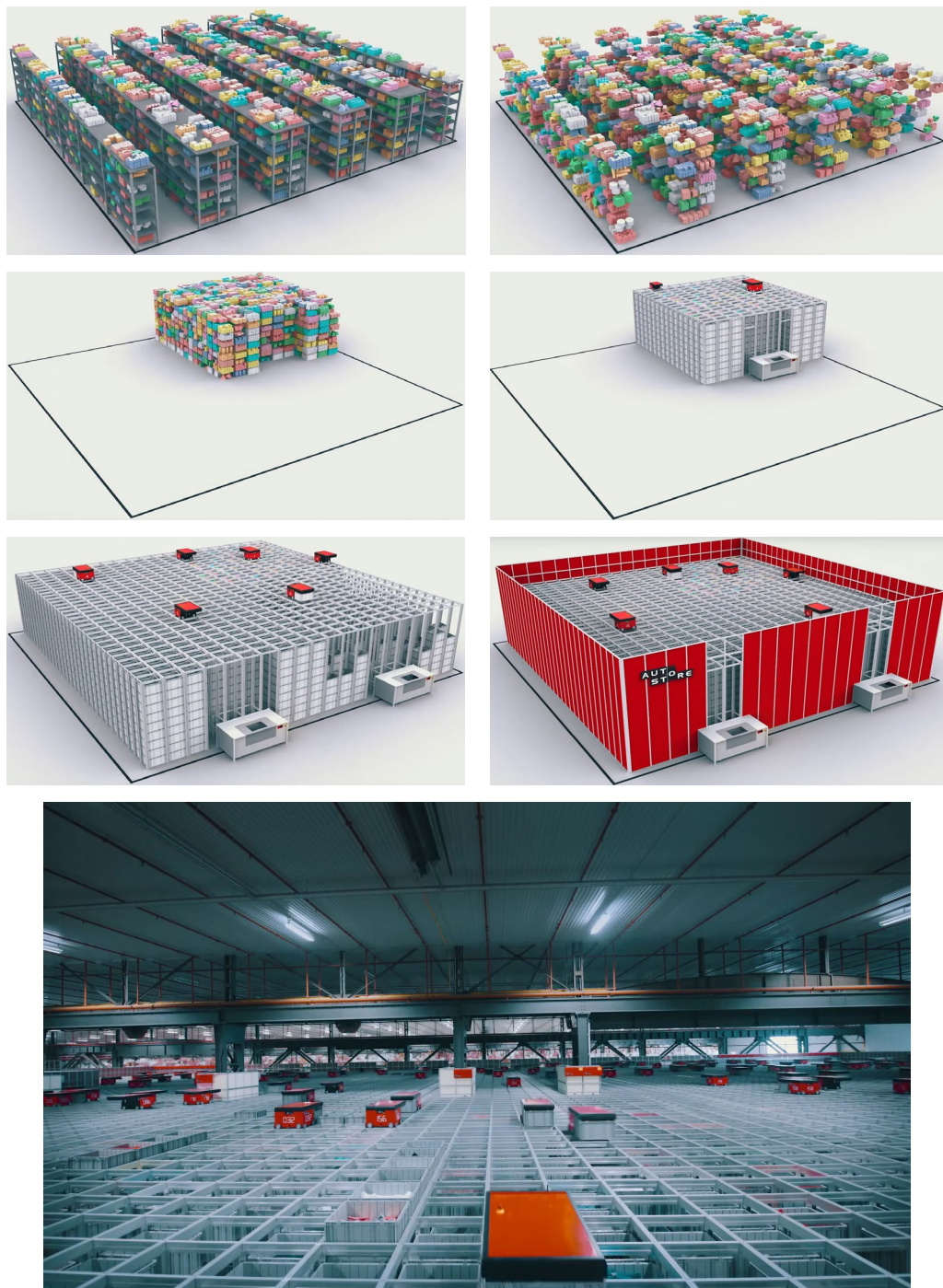


Рис. 7.3. Інфографіка компанії Kardex до власної технології AutoStore robotic cube technology

розділяється у тривимірному просторі на комірки, в яких зберігається товар, що доставляється до свого місця зберігання та забирається звідти за потребою за допомогою роботів у формі контейнерів, які рухаються зверху по горизонталі й обладнані ліфтовою системою, що опускається / піднімається до потрібних комірок, зображення яких наведено на рис. 7.4.



Рис. 7.4. Візки для AutoStore robotic cube technology Kardex

Проекти щодо роботизації бібліотек, які були реалізовані в різних інституціях світу, вражають. Саме вони є предметом нашого дослідження, присвяченого сучасній трансформації системи збереження бібліотечних і архівних фондів, розглянутих в цьому розділі.

– **створення бази даних матеріалів усіх одиниць зберігання**, дослідження їх фізичних і хімічних властивостей, застосування спеціальних методів дослідження цих матеріалів, що дозволяють отримати склад цих матеріалів на рівні хімічних елементів, що гарантує не тільки більш точно визначати походження цих одиниць зберігання (місце і час), а також створювати більш ефективні методики їх консервації та реставрації. У НБУВ така робота вже проводиться, кінцевим результатом якої буде база даних, що дозволить накопичувати дані про стан одиниць зберігання у часі, що стане інформаційною основою для забезпечення збереженості фондів. Одним із перспективних напрямів розвитку такої бази знань може стати національний репозитарій матеріалів історико-культурної спадщини з накопиченням даних про їх властивості та елементний склад, що притаманні певній місцевості та добі. Це дозволить підвищити імовірність наукового визначення походження об'єктів історико-культурної спадщини під час проведення їх експертизи та детального дослідження, зокрема, документальної спадщини. Такий підхід нагадує експертизу ДНК. Подібні банки даних вже почали створюватися провідними установами різних країн світу. Для розв'язання проблеми швидкого й гарантовано точного опрацювання великого масиву даних про об'єкти історико-

культурної спадщини для отримання комплексної оцінки за багатьма критеріями, на нашу думку, слід застосовувати штучний інтелект;

Для забезпечення розвитку кожного з цих напрямів потрібно створити відповідні програмно-технічні комплекси, як складові інформаційно-комунікаційної системи бібліотеки або архіву, що забезпечить виконання конкретних завдань з нормативно визначеними організаційними та технічними заходами.

Спеціальні методи дослідження потребують забезпечення високо-технологічним обладнанням, що часто є унікальним або немасового виробництва, але, вочевидь, його застосування є вирішальним у проведенні міждисциплінарних досліджень, які потребують взаємодії фахівців із різних галузей знань.

Інформаційною основою для будь-якого оцифрування стають метадані, що створюються у формі електронного інформаційного ресурсу та використовуються для управління всіма процесами в електронному інформаційному середовищі. Отже, розроблення структури і змісту метаданих стає найважливішим завданням, від якого залежить подальше створення програмного забезпечення для електронного інформаційного середовища, його масштабування, розвитку, модернізування. Умовою для успішного подібного удосконалення системи є уніфікація інформаційних об'єктів та процесів, що ґрунтується на застосуванні національних і міжнародних стандартів та специфікацій, урахуванні досвіду тих інституцій, які вже розпочали цифрову трансформацію своєї діяльності, наукових установ, що постійно удосконалюють оцифрування об'єктів історико-культурної спадщини в цілому та розробляють спеціальні методи її дослідження.

Оцифрування сторінок рукописів, друкованої продукції, зокрема книг, плакатів, аркушів справ, нот, карток, фотодокументів, картин та будь-яких інших плоских поверхонь є найбільш масовим оцифруванням, що виконується бібліотеками і архівами, зважаючи, що саме ці одиниці зберігання складають переважну більшість фондів цих інституцій. Таке оцифрування іноді називають 2D. Ми наводимо тут цю його назву для розрізнення звичайного оцифрування від інших, що мають більш двох вимірювань. Виходячи із значних програмно-технічних потреб у світі щодо оцифрування саме зазначених вище інформаційних об'єктів, цей напрям діяльності є на сьогодні найбільш стандартизованим, врегульованим, відносно недорогим і нескладним в організуванні. Будь-яке відхилення від форматів цих інформаційних об'єктів, що найбільше використовуються, – до А3, викликає труднощі з придбанням обладнання, вартість якого стрімко зростає, та падіння темпів оцифрування. Це так звані великоформатні документи, для оцифрування яких потрібні скане-

ри, починаючи з A2+. Насамперед, це стосується газетних фондів, науково-технічної документації, інших креслень великих форматів, карт, великих картин. Для вирішення цієї проблеми добре себе зарекомендували протяжні широкоформатні сканери формату A0+. Ознаки доволі спрощеного на сьогодні 2D-оцифрування ще більше стають помітними, коли постає завдання щодо організування 2.5D-, 3D-оцифрування, аудіовізуальних документів та оцифрування інформації, отриманої за результатами спеціальних досліджень об'єктів історико-культурної спадщини, що ґрунтуються на різних хімічних і фізичних методах, а також застосування різних методів моделювання та збору інформації, зокрема 4D. Це дозволяє вибудувати ретроспективу стану фізичного об'єкта за певний період часу, зокрема, з урахуванням масиву даних, що зв'язує його із середовищем існування цього об'єкта. Слід зазначити, що таке оцифрування аналогової інформації є найбільш цікавим, але високотехнологічним, немасовим, а часто просто унікальним, затратним по часу і дорогим. Тому його застосовують, переважно, до особливо цінних об'єктів історико-культурної спадщини з метою забезпечення збереженості та /або наукових досліджень.

Отже, сучасні методи дослідження культурної спадщини часто ґрунтуються на методах із суміжних галузей знань і активно застосовують широкий спектр новітніх технологій:

– важливою складовою стратегії оцифрування фондів окремих інституцій може стати **оцифрування мікрофільмів**, якщо за попередні часи було створені достатньо великі фонди (страховий і користування) таких копій належної якості, зважаючи, що таке оцифрування виконується на спеціальному обладнанні, витрати на придбання якого повинні бути виправдані масовим оцифруванням мікроплівки та інших документів з плівковими носіями. Безумовно, оцифрування мікрофільмів сприяє забезпеченню збереженості оригіналів. Важливими чинниками є якість мікрофільмів та їх кольоровість. Більшість мікрофільмів створювалися чорно-білими, зважаючи, що більшість оригіналів, особливо, архівних документів є чорно-білими. Щодо якості, то зустрічаються так звані змазані кадри, коли зображення у кадрі нечітке. Це ускладнює процес потребою дооцифрування таких кадрів з оригіналів. Використовуються сканери двох типів: 1) протяжні для потокового сканування рулонних плівок, що дозволяють протягувати плівку, коли фактично відбувається автоматичне оцифрування кадрів (рис. 7.5). Тут важливо, щоб крок, з яким виготовлялися кадри мікрофільмів, був стандартним, не збивався, інакше, автоматичного переходу до наступного кадру буде добитися важко й такі мікрофільми потребують додаткових заходів щодо контролю їх якості та якості отриманих цифрових копій; 2) планшетні, коли плівка заправляється у спеціальні рамки, що розташовуються так, як розташовується предметне



Рис. 7.5. Протяжні сканери для потокового оцифрування рулонної мікроплівки фірми Zeutschel: а) OM 1600/1700 для швидкого потокового сканування рулонних плівок; б) delta HD LT/LTE для універсального сканування плівки 35 мм чорно-білої та кольорових плівок, слайдів, мікрофіш, мікрокарт

скло у планшетних сканерах для оцифрування сторінок або аркушів рукописів, книг, окремих документів. Такі сканери мають набір рамок, що дозволяють оцифровувати плівкові документи майже усіх форматів, насамперед, фотонегативи та позитиви;

– **застосування штучного інтелекту** для відновлення інформаційних об'єктів шляхом аналізу оцифрованих складових, на які фізично було розділено інформаційний об'єкт за результатами його природнього старіння, неналежного зберігання, спрямованого впливу негативних факторів, що призвело до його пошкодження, а також відновлення незворотно втрачених фрагментів шляхом аналізу фрагментів, які залишилися, та накопиченої інформації у нейромережі, яка застосовується, про час походження інформаційного об'єкта, місце походження, його автора, інший масив подібних об'єктів того автора, часу і місця, а також іншої інформації, пов'язаної з ними. Створення національної нейромережі історико-культурної спадщини є вимогою часу, що дозволить максимально розкрити потенціал штучного інтелекту в гуманітарній сфері, може стати підґрунтям для вирішення більшості завдань щодо автоматизування багатьох

бібліотечних, архівних та освітніх процесів, трансформацію гуманітарних досліджень з усіх напрямів на якісно новий рівень, розвитку цифрової гуманітаристики;

– **2.5D-оцифрування** об'єктів історико-культурної спадщини призначене для створення текстури їх поверхонь, які мають так званий низький рельєф (low-relief surface texture), що може бути виконано із застосуванням різних методів:

цифрового 3D-моделювання з нерегулярною тріангуляцією, що буде розглянуто нижче, з подальшим накладанням на її грані цифрових зображень поверхні, зроблених за допомогою цифрових камер з високою роздільністю; цифрового ортофотоплану, коли створюється трансформоване зображення поверхні за допомогою множини реальних цифрових зображень окремих складових поверхні, що перекриваються так званими ортофото. Зважаючи, що шар чорнил або фарби, якими інформація фіксується в рукописах і стародруках, рельєф носія (пергамена, паперу), штрихового шара гравюри на мідних дошках (рис. 7.6)⁵², що, в кращому випадку, вимірюються в мікрометрах⁵³, створення цифрових копій окремих складових потребує високої роздільної здатності цифрових камер та / або збільшення цих складових під час зйомки;

методи мультиспектрального зображення (multispectral images, MSI), коли зйомка поверхні виконується у різних спектрах.

Такі низькі рельєфи у цифровому тривимірному просторі називають 3D-мапами поверхонь об'єктів, що дозволяють детально їх досліджувати з метою виявлення нових інформаційних масивів, недоступних для відтворення звичайними оптичними методами у видимому для людини спектрі. Застосування аналізу цифрових зображень, отриманих у різних спектральних діапазонах, дозволяє виявити приховану інформацію про:

шари з текстами палімпсестів;

пошкодження, спричинені природним старінням, насамперед, рукописів, стародруків та архівних документів;

технології фіксації документної інформації;

виготовлення матеріальної основи;

динаміку погіршення стану матеріалів об'єктів у часі;

виявлення ознак пошкоджень і критичного руйнування об'єкта на ранніх стадіях, коли звичайні методи не дозволяють цього здійснити.

⁵² Oxford's collection in a new light: 135 million items and counting. Official University of Oxford YouTube Chanel. April 21, 2022. URL: https://www.youtube.com/watch?v=KRFOcC4_utE (дата звернення: 14.04.2023).

⁵³ Myllys M., Häkkänen H., Korppi-Tommola J. et al. X-ray microtomography and laser ablation in the analysis of ink distribution in coated paper. *Journal of Applied Physics*. 2015. Vol. 117 No. 14. P. 144–902. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4916588>.

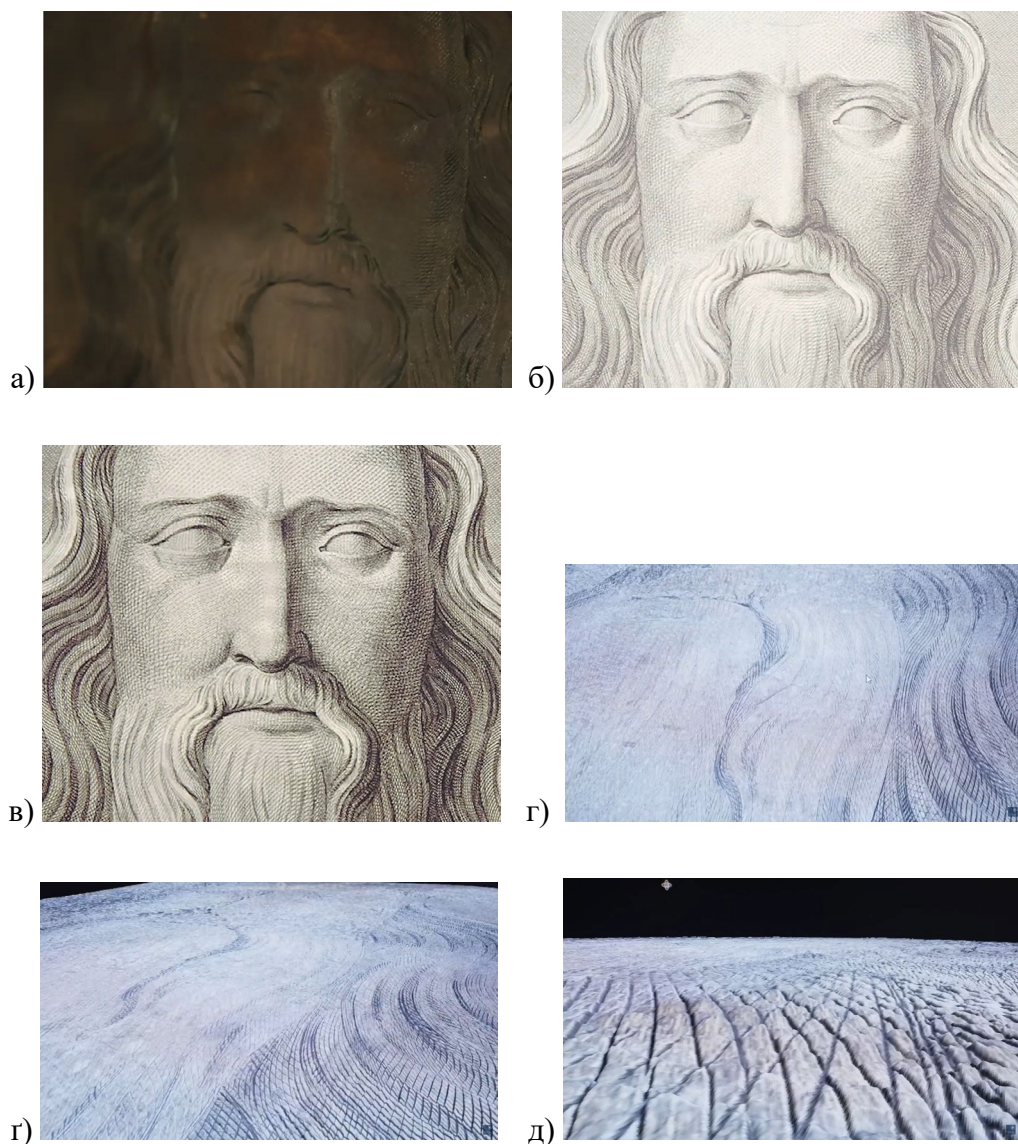


Рис. 7.6. Зображення 3D-мапи поверхні методом фотометрії гравюри на мідній дошці: а) зображення дошки; б) монохромне 2D-зображення; в) 3D-модель поверхні дошки; г) зображення збільшеної 3D-моделі; г) зображення ракурсу зверху на збільшену 3D-поверхню, розташовану майже по горизонталі у віртуальному 3D-просторі; д) зображення збільшеної 3D-поверхні, що виконана з деталізацією у діапазоні від 12 до 25 мкм, на якому можна роздивитися кожне заглиблення (подряпину), що створено майстром

Така інформація надає можливість створення більш ефективних методик забезпечення відновлення, реставрації, профілактики, консервації об'єктів історико-культурної спадщини, уповільнення або припинення зникнення інформації, збереження інформації, що зникає або прихована, зокрема, шляхом її оцифрування та додавання до цифрового масиву даних щодо конкретної пам'ятки, а також фізичного відтворення із подібних матеріалів, наприклад, за допомогою 3D-друку;

– **оцифрування аудіовізуальних документів** є найбільш складним завданням сьогодення, зважаючи на стрімке фізичне старіння цих документів, порівняно з іншими масивами документів, насамперед, паперовими, та моральне старіння обладнання, призначеного для відтворення інформації цих документів, яке вже давно не виробляється, виходить з ладу, а ринок запчастин до якого стає дедалі меншим і тому дорожчає. Віск, із якого виготовлені аудіоциліндри Едісона, або шелак (Shellac), із якого виготовлялися грамплатівки, стають крихкими; феромагнітний шар, що закріплений на стрічці бобіни, касети, диску, починає обсипатися, тощо. Це робить непридатними ці документи для користування ними. Навіть, якщо зазначені руйнівні процеси ще не проявилися, фахівці дійшли висновків, що кожне відтворення інформації аналогових аудіовізуальних документів за технологією їх створення призводить до погіршення стану цих документів. Для забезпечення збереженості аналогових аудіовізуальних документів до сховищ застосовуються норми, що відповідають тим матеріалам та їх хіміко-фізичним властивостям, із яких виготовлені ці документи. Це стосується і стелажного обладнання, і пакування документів, і світового та температурно-вологісного режимів. Крім того, для цих документів має застосовуватися комплекс заходів, що спрямовані на уповільнення природніх руйнівних процесів, і повинні проводитися відповідно до визначеного плану. Вочевидь, для документів, створених за різними технологіями, слід розробляти різні комплекси заходів. Такі вимоги визначені у міжнародному стандарті обробки і зберігання аудіо та відео носіїв⁵⁴. Найбільших успіхів у розв'язанні проблеми швидкої руйнації аналогових аудіовізуальних документів та виконання зазначених вище завдань на постійній основі досягнуто спеціалізованими інституціями, основним завданням яких є зберігання аудіовізуальних документів. В Україні на сьогодні це, насамперед, Центральний державний кінофото-

⁵⁴ Handling and Storage of Audio and Video Carriers, edited by Dietrich Schüller and Albrecht Häfner. First edition. International Association of Sound and Audiovisual Archives (IASA) Technical Committee, UK. 2014. 62 p. [Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 05]. URL: <https://www.iasa-web.org/tc05/handling-storage-audio-video-carriers> (дата звернення: 07.04.2023).

фоноархів України ім. Г. С. Пшеничного (з 2022 р. ЦДАЕА), <https://tsdaea.archives.gov.ua/istoriya/>), що зберігає аудіовізуальні документи усіх типів, і Національний центр Олександра Довженка (<https://dovzhenkocentre.org/pro-nas/>), що є найбільшим кіноархівом в Україні. Саме ці інституції є створювачами вітчизняних технологій забезпечення збереженості аудіовізуальних документів та успішного їх впровадження в діяльність цих інституцій. На жаль, їх методична база не застосовуються широко в діяльності інших інституцій, у фондах яких зберігається чимало аудіовізуальних документів, навіть у державних архівах, у режимі так званого «пасивного зберігання». Нам невідомо про організування в цих установах заходів, спрямованих на обслуговування аудіовізуальних документів задля забезпечення їх збереженості. Частково на це впливає відсутність потрібної штатної чисельності працівників. Проте, на нашу думку, починати слід з ознайомлення з методичними документами ЦДАЕА⁵⁵ і планування відповідних видатків у бюджетних запитах та інших заходів, наприклад, спрямованих на оцифрування цих документів. Крім того, слід зазначити, що вирішенню цієї проблеми не сприяють різні системи обліку аудіовізуальних документів у ЦДАЕА та інших державних архівах. Отже, в архівній галузі немає цілісної картини про всі аудіовізуальні документи, що зберігаються архівними установами. Загальні галузеві показники щодо цього масиву документів, переважно, утворює ЦДАЕА. Найчастіше, аудіовізуальні документи зберігаються в інших архівних установах у складі справ, як пронумерований аркуш. Проблема посилюється і тим, що більшість архівних документів залишаються незатребуваними. Отже, про існування аудіовізуальних документів у складі паперових справ можна лише здогадуватися, а розуміння присутності таких документів у складі певних справ зникає під час кадрових змін серед зберігачів фондів та керівників установ. Крім того, на забуття аудіовізуальних документів, якщо це не паперове фото, впливає відсторонення таких документів від процесів оцифрування документів, до складу яких вони належать, зважаючи на відсутність на той час в інституції відповідних технологій для їх оцифрування. Тому, загальний облік саме аудіовізуальних документів, нехай, лише в архівній галузі, наприклад, у формі електронного реєстру, дозволив значно покращити процеси збереження цих документів на чолі з методичним центром у ЦДАЕА та зробив процеси їх оцифрування більш

⁵⁵ Науково-методичні розробки. Офіц. вебсайт ЦДАЕА. URL: <https://tsdaea.archives.gov.ua/naukovo-metodychni-rozrobky/> (дата звернення: 07.04.2023); Оцифрування аудіовізуальних документів Національного архівного фонду : метод. реком. Держ. арх. служба України, Укр. наук.-дослід. ін-т арх. справи та документознавства ; уклад.: Л. В. Дідух, Т. М. Ковтанюк. Київ, 2021. 82 с.

керованими, насамперед, плановими. Те саме стосується і бібліотечної галузі, що не має власного центру зберігання аудіовізуальних документів національного рівня та чіткої регламентації зберігання таких документів у бібліотеках різного рівня та підпорядкованості. За оцінками фахівців, що проводили широкомасштабні дослідження практичного характеру в Європі, промисловий підхід до аудіовізуальних документів дозволяє заощадити до 50–70% витрат на ці процеси, якщо їх організовувати в так званому ручному режимі, безконтрольно⁵⁶. За результатами досліджень науковців зберігачам аналогових аудіовізуальних документів по всьому світу залишилось небагато часу, коли вони зможуть врятувати інформацію цих документів шляхом оцифрування, особливо за їх пасивного зберігання. У середньому це 10–15 років. Для документів на магнітній стрічці це строк може бути ще коротшим, а для механічних та оптичних носіїв, ймовірно, довшим⁵⁷. Однак, слід звернути увагу, що з часу оприлюднення такого прогнозу минуло майже 10 років, що наближає нас до нижньої межі зазначеного періоду. Крім того, спостерігається пряма залежність збільшення витрат на забезпечення збереженості й оцифрування аналогових аудіовізуальних документів у часі. Навіть, якщо почати застосовувати нанотехнології для укріплення матеріалів цих документів із забезпеченням їх оригінальних властивостей, висока вартість таких заходів не дозволить зробити їх масовими;

– **3D-оцифрування** для створення цифрових 3D-моделей об'єктів історико-культурної спадщини, зокрема, із подальшим виготовленням фізичних копій із сучасних матеріалів, наприклад, шляхом 3D-друку цих моделей;

– застосування **ядерно-фізичних методів**, за допомогою яких досліджують матеріальну основу об'єктів історико-культурної спадщини для визначення або уточнення хімічного складу цих матеріалів, зокрема, для визначення складу барвників, що є основою фарб, чорнил; встановлення часу, місця створення матеріального об'єкта та підтвердження його авторства; справжності досліджуємого об'єкта; вибору матеріалів для реставрації та оптимальної методики консервації, а також виявлення нових шарів інформації за допомогою так званої спектральної візуалізації інформації, що прихована при застосуванні традиційних методів дослідження

⁵⁶ Terugg D. Presto – PrestoSpace – PrestoPRIME. *International Preservation News*. 2009. No. 47. P. 8. URL: https://prestoprime.org/docs/training/Preservation_Audiovisual_Collections_Moving_Images_DT.pdf (дата звернення: 15.04.2023).

⁵⁷ 1.3 The rationale for this publication. Handling and Storage of Audio and Video Carriers, edited by Dietrich Schüller and Albrecht Häfner. First edition. IASA Technical Committee, 2014. (= Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 05). URL: <https://www.iasa-web.org/tc05/13-rationale-publication> (дата звернення: 07.04.2023).

документів, насамперед, це стосується виявлення текстів палімпсестів, прочитання зафарбованих та вицвілих текстів, виявлення підмалювань та змін початкового ескізу в мініатюрах тощо, а також документів, що були використані, як матеріал для виготовлення інших документів, наприклад, обкладинок, корінців рукописів, зважаючи на незначущість документів, які застосовувалися як підручний матеріал для їх сучасників. Актуальними такі дослідження виявляються для так званих спресованих документів, безпечне розділення сторінок яких на сьогодні не є можливим. Цікавими виявляються дослідження, які аналізують спектральну поведінку текстів, виконаних різними матеріалами, що дозволяє вивчати навички письма. Зрозуміло, що чим більше даних спеціальних досліджень буде накопичено згодом, тим точніше будуть результати визначених вище завдань. Актуальним є також завдання локалізування даних про характерний склад матеріалів за відповідними регіонами, що значно уточнює місце походження документів. Зусилля багатьох дослідників у світі дозволили широко застосовувати проведення досліджень історико-культурної спадщини такими методами рентгеноспектрального (X-Ray) аналізу: електронно-зондового мікроаналізу (Electron micro Probe Analyzer, EPMA); прискореної мас-спектрометрії (Accelerator Mass Spectrometry, AMS); мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS); з протонним збудженням – (Particle-Induced X-Ray Emission або Proton-Induced X-Ray Emission, PIXE) і з повним зовнішнім відбиттям флуоресценції (Total Reflection X-ray Fluorescence, TXRF); енергодисперсійного рентгенівського аналізу; рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА), зокрема, з використанням для збудження флуоресценції зразка, що досліджується, синхротронного випромінювання; РФА з використанням капілярної оптики – так званого мікро-РФА. Крім того, застосовується метод радіовуглецевого аналізу матеріалів для датування об'єктів історико-культурної спадщини, що, на відміну від методу прискореної мас-спектрометрії, вважається фахівцями дешевшим. Обидва методи датування є високоточними та ґрунтуються на вимірюванні вмісту радіоактивного нукліду хімічного елемента вуглецю з атомним номером 6 і масовим числом 14 (^{14}C , лат. Carboneum) в матеріалах, що досліджуються. Прискорена мас-спектрометрія передбачає прискорення іонів до надзвичайно високих кінетичних енергій з наступним аналізом маси періоду распаду цих елементів шляхом підрахунку кількості атомів радіовуглецю. Радіовуглецевий аналіз виявляє бета-частинки в результаті розпаду атомів радіовуглецю, присутніх у зразку⁵⁸.

⁵⁸ Accelerator Mass Spectrometry (AMS) Dating. SGS Beta. URL: <https://radiocarbon.com/accelerator-mass-spectrometry.htm> (дата звернення: 07.04.2023).

Зазначимо, що напрям прикладного дослідження щодо «застосування ядерно-фізичних методів з характеристики артефактів культурної спадщини (в рамках проекту з МАГАТЕ)» зазначений на сторінці «№ 30 – Відділу ядерно-фізичних досліджень» офіційного вебсайта Інституту прикладної фізики НАН України (<http://iap.sumy.org/aboutdep/ua/?id=4&schemeid=22>). На думку фахівців із МАГАТЕ (Міжнародне агентство з атомної енергії – International Atomic Energy Agency, IAEA) «хімічні методи можуть залишати небажані хімічні речовини, а фізичні методи зазвичай використовують екстремальні умови, які не підходять для деяких типів матеріалів. Зусилля національних і міжнародних дослідницьких програм [ЮНЕСКО, Комітет з охорони природи Міжнародної ради музеїв (International Council of Museums – Committee for Conservation, ICOM-CC), Міжнародний центр вивчення збереження та реставрації культурних цінностей (International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, ICCROM) і Програма Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (United Nations Environment Programme, UNEP)], спрямовані на розробку гармонізованих методологій променевого лікування (radiation treatment), призвели до прийняття радіаційних технологій для обробки артефактів культурної спадщини. МАГАТЕ також ініціювало кілька проєктів для підтримки застосування ядерно-фізичних методів з метою досліджень культурної спадщини»⁵⁹. Насамперед, це методи засновані на гамма-, електронному та рентгенівському опромінюваннях для дезінфекції різних матеріалів; дослідження пористих матеріалів; дослідження впливу радіаційного випромінювання на матеріали об'єктів культурної спадщини, насамперед, наслідків розриву хімічних зв'язків у матеріалах органічного походження; дослідження впливу іонізуючого випромінювання на такі матеріали: лігноцелюлоза; целюлозні матеріали; ганчір'яний папір і текстиль; пігментовані та пофарбовані речі; лаки та інші сполучення для покриття; скло, кераміку та дорогоцінні каміння; шкіру, хутро та пергамен; навіть, муміфіковані об'єкти (на прикладі історії дезінфекції мумії єгипетського фараона Рамзеса II у Франції у 1977 р.) та зразки таксидермії; археологічні органічні матеріали, що були заболочені, фотоматеріали, а також матеріали сучасного мистецтва; для порятунку кінодокументів; зміцнення дерев'яних артефактів мономерами та смолами радіаційного затвердіння; полімеризації матеріалів під впливом гамма-опромінення на різних прикладах їх застосування, переважно, в інституціях країн західної Європи.

⁵⁹ Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation. International Atomic Energy Agency Radiation technology series No. 6. Vienna, 2017. 260 p. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/16-17821_PUB1747_web.pdf (дата звернення: 07.04.2023).

Дослідження МАГАТЕ, що проводилися групою експертів із різних країн світу, розпочались ще у жовтні 2014 р. Результати цієї роботи, представлені у формі колективної монографії (2017 р.), що надає цінні рекомендації стосовно найсучасніших знань про застосування радіаційних технологій для дезінфекції та зміцнення матеріалів, були адресовані спільноті консерваторів / реставраторів, мистецтвознавців, археологів, інших науковців, які працюють у різних сферах культурної спадщини (бібліотеки, архіви, музеї, археологічні установи, утримання історичних будівель, консерваційні / реставраційні майстерні), а також для дослідників іонізуючого випромінювання: науковців, інженерів та техніків, які працюють у різних дисциплінах, таких як радіаційна технологія, радіаційна хімія, екологічна технологія та радіаційна біологія. Зрозуміло, що це яскраво виражена міждисциплінарна галузь, спектр, спрямований не лише на рукописну та документальну історико-культурну спадщину. Однак, особливо цінними вважаємо рекомендації експертів щодо дозування іонізуючого опромінювання об'єктів історико-культурної спадщини для безпечного дослідження органічних матеріалів цих об'єктів, без впливу на них руйнівного характеру. Цікавими виявляються рекомендації щодо доз лікувального опромінювання об'єктів, ушкоджених мікробіотами, ентомологічними та іншими біологічними шкідниками, зокрема пліснявою, з наданням рекомендацій щодо особливостей окремих матеріалів, а також дозування так званого профілактичного лікувального опромінювання матеріалів.

Слід зазначити, що експерти МАГАТЕ розпочинають всі свої дослідження з аналізу дії різних шкідників на різні матеріали та фізико-хімічних методів боротьби з наслідками такого впливу для отримання кращих результатів за допомогою іонного опромінювання порівняно з результатами традиційних методів. Безумовно, результати застосування ядерно-фізичних методів повинні бути кращими, враховуючи їх високу затратність, насамперед, на відповідне обладнання, безпеку та забезпеченість фахівцями, зважаючи на наукоємність. Отримані результати такого компаративного аналізу також є предметом для вивчення зберігачами об'єктів історико-культурної спадщини у всьому світі.

Важливою складовою застосування ядерно-фізичних методів є дотримання їх безпечного використання не тільки для об'єктів історико-культурної спадщини, а також людей, які використовують такі технології. Видання МАГАТЕ також надає рекомендації щодо цієї проблематики, зважаючи на шкідливий вплив на здоров'я і життя людей. Так, перед презентацією тіла замороженого мамонтеняти Хрома (за назвою річки біля якої його відшукали у вічній мерзлоті Східного Сибіру в Республіці Саха, Крайній Півночі РФ) у французькому Греноблі (Grenoble) у 2010 р., за до-

помогою гамма-випромінювання швидко було забезпечено неруйнівну біоцидну обробку всього об'єму унікального зразка біологічної спадщини (40 кг), щоб дезактивувати сліди бактерій або інших потенційно патогенних організмів, які він міг містити.

Також активно для дослідження історико-культурної спадщини застосовуються методи спектроскопічного зображення, заснованого на порушеному (ослабленому) повному [внутрішньому] відбитті інфрачервоної Фур'є-спектроскопії (Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy, ATR-FTIR) з використанням матричного детектування, відомого як решітка фокальної площини (Focal Plane Array, FPA), що може визначатися як «хімічна фотографія» багатошарової структури фізичного об'єкта, що досліджується. Вона дозволяє проводити аналіз матеріалів на мікроскопічному рівні (30 мкм) з просторовим розподіленням елементів у досліджуваних матеріалах (стеарати, карбонати, білки тощо)⁶⁰. Разом з тим, ще раз зазначимо про шкідливість інфрачервоного випромінювання для об'єктів історико-культурної спадщини, як було детально зазначено у розділі 4 цієї монографії. Проте, основним чинником щодо подальшого застосування цього метода є ослаблення випромінювання, що використовується. Це дозволяє звести шкідливу дію до показників, що подібні впливу, який спричиняє загальний світловий потік на об'єкти культурної спадщини під час їх виставкового презентування. Тому цей метод успішно застосовується для досліджень рукописів у багатьох інституціях світу: Національна галерея у Лондоні (The National Gallery), Швейцарський інститут досліджень мистецтва (Swiss Institute of Art Research), Імперський коледж Лондона (Imperial College London), Музей V&A у Сполученому Королівстві (V&A Museum, UK), Матенадаран в Єревані (Вірменія), Національна дослідницька рада Інституту культурної спадщини (Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISPC-CNR) у Мілані (Італія), Болонський університет в Італії (University of Bologna, Italy), Національна дослідницька рада Інституту молекулярних наук і технологій (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari, CNR-ISTM) в Італії, Інститут молекулярної науки та інженерії (Institute for Molecular Science and Engineering, IMSE). За його допомогою можна визначати склад пігментів і відповідно правильніше здійснити консервацію рукописів; побачити знебарвлені або почорнілі через деструкцію пігментів барвисті шари, обриси ескізів мініатюр; дізнатися склад волокон рослин, із яких виготовлений папір, розрізнити нату-

⁶⁰ Liu G.-L., Kazarian S. G. Recent advances and applications to cultural heritage using ATR-FTIR spectroscopy and ATR-FTIR spectroscopic imaging. *Analyst*. 2022. Vol. 147. P. 1777–1797. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2AN00005A>.

ральні пігменти від пігментів з ідентичним хімічним складом, отриманим штучним шляхом; зробити мікрозйомку в інфрачервоній, видимій та ультрафіолетовій частині світлового спектру⁶¹. До прикладу, у Матенадарані створена і постійно поповнюється даними нових досліджень рукописів елементна база матеріалів документів, що притаманна для документів Вірменії. Це дозволяє з високою точністю визначати не тільки вірменське походження документів, а також регіон країни, що має власні хімічні особливості, кількісний склад яких як відбиток відтворюється у традиційних матеріалах, застосованих для виготовлення документів.

Важливим стимулом застосування методів рентгеноспектрального аналізу є відновлення згасаючої інформації, переважно текстів, а також зображень, або випадково залитих, або навмисно зафарбованих для обмеження доступу до них. Сама проблема згасання інформації добре досліджена і полягає у використанні для фіксування інформації матеріалів, непридатних для її постійного зберігання, що втрачають свої властивості, зазвичай, під впливом чинників середовища, в якому їх зберігають, не зважаючи, що на інший масив ці чинники не діють або їх вплив мінімальний, або виготовлення документа виконувалося з порушенням технології фіксування інформації. Однак, знебарвлення найчастіше настає під впливом певного освітлення матеріалів, які містять сполуки, що реагують на відповідний діапазон електромагнітного випромінювання. Також, текст може просто обсіпатися внаслідок неякісного спікання порошку на папері при лазерному друці. Самий простий спосіб, що застосовується для рятування згасаючих текстів – це звичайне оцифрування документів або набирання текстів на комп'ютері з подальшим їх друком і додаванням отриманих копій до оригіналів. Проте, сучасні методи рентгеноспектрального аналізу здатні значно прискорити цю роботу, навіть, дозволяючи легко визначати інформацію, що була закреслена в документах спеціальним фарбником з метою обмеження доступу до інформації. Це є надактуальним завданням для відновлення доступу до інформації подібних документів із архівів колишніх силових структур. Тому не дивно, що цей напрям досліджень активно розробляється у криміналістиці. До методів рентгеноспектрального аналізу, що застосовуються до згасаючих текстів, відносять:

– зйомка зі світлофільтрами, що застосовується, коли згаслі тексти знебарвлювалися частково і за слабкими окремими штрихами можна визна-

⁶¹ Мкртчян А. Найновіші дослідницькі технології та перспективи їх розвитку в Матенадарані. *Ліки пам'яті* : матер. VII Міжнар. семінару (26–29 верес. 2017 р., Матенадаран). Єреван, 2017. С. 16-21. URL: https://www.matenadaran.am/ftp/el_gradaran/Liki2017.pdf (дата звернення: 01.05.2023).

чити кольори барвника. Метод в цілому доступний для багатьох установ за наявності сучасної цифрової камери та відповідного набору фільтрів;

- контратипування при виявленні слабо видимих записів застосовується у тому випадку, коли на негативі є мало видимі штрихи первісних записів;

- зйомка УФ-люмінесценції. Опромінення фільтрованими ультрафіолетовими променями (зони пропущення фільтрів хвилі з довжиною 313 і 365 нм). Умови зйомки підбираються залежно від інтенсивності й кольорів люмінесценції;

- дослідження червоної та інфрачервоної люмінесценції проводять за тих самих умов, що і при виявленні залитих текстів. Детально про ці методи та способи посилення отриманих зображень можна ознайомитися у методичних рекомендаціях, підготовлених на кафедрі криміналістичних експертиз Навчально-наукового інституту підготовки слідчих і криміналістів Національної академії внутрішніх справ⁶².

Якщо методи рентгеноспектрального аналізу – це дослідження матеріалів на рівні мікророзмірів, що вимірюються мікрометрами – 10^{-6} м (мкм), то **нанотехнології** дозволяють проводити дослідження та виконувати низку заходів щодо забезпечення збереженості бібліотечних і архівних фондів на рівні нанометрів – 10^{-9} м (нм). Це світ матерії на рівні молекул, атомів і електронів. Розвиток технологій, що обробляють матеріали у діапазоні їх фізичних нанорозмірів, дозволив порушити проблему щодо їх застосування для:

- дослідження стану об'єктів історико-культурної спадщини за допомогою нанооптичних систем, зокрема, що ґрунтовані на нанофотоніці, елементну базу якої складають фотонні кристали, що ефективно використовуються в пристроях обробки, зберігання і передачі інформації;

- консервації історико-культурної спадщини за допомогою нанопокриття;

- реставрації історико-культурної спадщини за допомогою наноматеріалів, зокрема, застосування SERS-наноматеріалів (еластоміри, гідрогелі, скло тощо) для неінвазійного отримання мінімальної кількості матеріалу, достатнього в якості зразку для проведення діагностичних досліджень раманівською чи раман-спектроскопією з подальшим застосуванням так званого методу посилення поверхні (Surface Enhanced Raman Spectroscopy, SERS), зокрема, досліджуваних матеріалів, що зазнали знебарвлення, зникнення, за допомогою спеціальних наночорнил і нанопаст;

⁶² Воробей О. В. Криміналістичне дослідження пошкоджених та згаслих документів. Методичні рекомендації. Київ : ННПСК НАВС, 2010. 32 с.

– оброблення матеріалів наноречовинами на різних структурних рівнях для їх укріплення (наноармування) та стабілізації (зменшення кислотності), що призводить до уповільнення деградаційних процесів (старіння), у зв'язку з первісними хімічними властивостями матеріалів, без втрати їх механічних властивостей, у тому числі водночутливих;

– очищення матеріалів історико-культурної спадщини від забруднення, утвореного різними матеріалами, наприклад, механічним шляхом внаслідок звичайного використання; особливостей складу повітря в регіоні, де використовувалися та /або зберігалися об'єкти культурної спадщини, внаслідок неналежного зберігання, зокрема, ентомологічного та мікробіологічного ураження; надзвичайних ситуацій (пожежа, затоплення, військові дії), за допомогою лазерів різного типу. Експериментальні дослідження для очищення паперових поверхонь в різних лабораторіях проводились із застосуванням ексімерного і твердотільного лазерів з різною довжиною хвилі в діапазоні від 248 до 1 064 нм. Оптимальним вважається діапазон хвиль 900–1 000 нм, зважаючи, що у цій спектральній області для більшості видів паперу коефіцієнт відбивання наближується до 100%. Фактично це довжина хвилі 1,06 мкм, яку може забезпечити твердотільний лазер, наприклад, оптоволоконний. Контроль впливу лазерної обробки паперу різного типу (низка сортів целюлозного та ганчір'яний) на його фізико-механічні властивості (показник опору зламу), білизну та значення показника кислотності (рН) паперу, довів, що цей метод є ефективним і безпечним;

– очищення поверхонь об'єктів історико-культурної спадщини за допомогою наноструктурованих очищувальних рідин, що не залишають відбитків своєї дії за рахунок використання поверхнево-активних речовин, які саморозкладаються, гелів для ізоляції систем очищення і нових розчинів ферментів в гелях з високою утримуючою здатністю;

– видалення матеріалів, переважно, клейких стрічок і залишків клею, особливо, силікатного, що з'явилися у складі об'єкту історико-культурної спадщини внаслідок здійснення непрофесійного ремонту, реставрації із застосуванням непридатних для цього матеріалів, речовин. Зазвичай, таке залишається після застосування непридатних матеріалів і речовин не реставраторами;

– маркування одиниць зберігання нанопозначками та зчитування таких позначок;

– контролю доступу до приміщень, насамперед, сховищ за допомогою наносенсорів (зчитувачів будь-якої інформації для ідентифікації особи, наприклад, відбитків пальців) або електронних замків, що відмикаються ключами з нанопозначками;

– охорони приміщень за допомогою нанодетекторів руху;

– дотримання біологічної безпеки шляхом здійснення автоматичного контролю мікробіологічного стану повітря сховищ за допомогою багатофункціональних наносенсорів (електронний ніс), що дозволяють автоматично виявляти присутність у повітрі продуктів життєдіяльності комах і мікроміцетів з подальшим визначенням їх виду і таксономічної характеристики на самих ранніх стадіях, без видимих ознак ентомологічного та мікробіологічного ураження;

– дотримання норм чистоти сховищ шляхом здійснення автоматичного вимірювання концентрації сірчистого ангідриду, двоокису азоту, хлору, пилу (сажа) та визначення відповідного рівня забрудненості;

– автоматичного виявлення газоподібного формальдегіду, кетонів та фенолів за допомогою електрохімічних датчиків, що можна застосовувати як маркерні молекули для визначення деградації матеріалів особливо цінних оригіналів.

До спеціальних можна віднести заходи щодо оцифрування заражених документів, в яких виявлено мікологічне забруднення, усунення якого не можливо без часткової руйнації документа або повного його знищення. Перед зберігачами, оцифрувальниками і науковцями постає важке завдання, коли спочатку слід оцифрувати такі документи, а потім намагатися їх врятувати. Усі рекомендації, стандарти і нормативні документи регламентують застосовувати для таких документів карантин або ізоляцію зон їх безпосереднього зберігання, насамперед, для обмеження розповсюдження біоповшкоджень на інші документи та захисту людей. Шкідливі мікроорганізми можуть переміщуватися повітрям або передаватися через інші предмети після їх контакту із зараженими. Отже, оцифрування таких документів можна здійснити, якщо їх безпечно перемістити до окремого приміщення, в якому розташований сканер, а потім проводити оброблення дезінфікуючими засобами цього приміщення й обладнання, або обладнання переміщувати до цих документів у зону карантину з подальшим обробленням його і в будь-якому випадку забезпечити надійний захист операторам. Оброблення обладнання та приміщень після оцифрування заражених документів гарантує, що шкідливі біоорганізми не потраплять на інші документи, що будуть оцифровуватися на цьому обладнанні. Для таких заходів краще мати в установі затверджений загальний порядок дій, в якому слід передбачити дослідження шкідливих біоорганізмів для отримання рекомендацій щодо їх знешкодження на обладнанні, в приміщеннях і самих документах після їх оцифрування.

На сьогодні спостерігається трансформація науково-методичної діяльності підрозділів бібліотек і архівів, що відповідають за забезпечення збереженості фондів: збільшення частки робочого часу з комп'ютерними програмними інструментами для здійснення заходів щодо моніто-

рингу умов, стану одиниць зберігання та ситуації в цілому в сховищах; накопичування показників, виконання статистичного аналізу отриманих даних та отримання аналітичних результатів своєчасного реагування на ситуації щодо погіршення стану фондів; профілактичні, стабілізаційні та рятувальні, що відбулися внаслідок зміни режиму їх зберігання; виявлення будь-якої форми зараження, пошкодження, руйнування, зокрема, аварійно-техногенного та воєнного характеру.

Зважаючи на активний перехід бібліотек і архівів до роботи з електронними інформаційними ресурсами, важливою складовою їх інформаційно-комунікаційної системи стає **комплексна система захисту інформації**, що обробляється в цій системі, з метою недопущення несанкціонованого доступу до системи, зараження її шкідливим програмним кодом для виконання дій зловмисного характеру: спотворення, знищення інформації та окремих застосунків, системи в цілому, несанкціонований витік даних, зокрема службової інформації, захист якої передбачено чинним законодавством у галузі технічного захисту інформації. Такі завдання стають актуальнішими на сучасному етапі, зважаючи на спрямованість розташування електронних інформаційних ресурсів в інтернеті, що дозволяє вирішувати багато проблем із віддаленим доступом до ресурсу, зокрема фахівців бібліотек і архівів, в режимі роботи з ним так званого бекофісу (back office), для виконання завдань наповнення ресурсу новою інформацією, її санкціонованої зміни, отримання даних, що збираються і накопичуються автоматично, а також до програмних інструментів для обробки цих даних.

Беручи до уваги, що інтернет є незахищеним інформаційним середовищем, із якого можуть відбуватися так звані кібератаки, протидія цим загрозам стає невід'ємною складовою діяльності бібліотек і архівів. Це стає питанням економічної безпеки будь-якої країни, враховуючи поступову цифрову трансформацію діяльності державних бібліотек і архівів, що фінансується із державного бюджету. І основною складовою цієї роботи, на що витрачається робочий час, стає створення, забезпечення функціонування та розвиток електронних інформаційних ресурсів. Втрата або призупинення доступу до інформації у цифровій формі фактично паралізує на сьогодні функціонування бібліотек і архівів. Отже, такі ресурси та накопичена в них інформація вже давно набули високої цінності як економічної, так і історико-культурної. Про це свідчить кіберінцидент, що відбувся в одній із найбільших бібліотек світу.

Так, у жовтні 2023 р. Британська бібліотека зазнала втрат від кібератаки. На час підготовки цього матеріалу колегами із Британської бібліотеки проводиться аналіз інциденту та розпочались консультації з іншими національними бібліотеками світу, зокрема з НБУВ, і ми сподіваємося,

що його результати будуть оприлюднені у спеціально створеному розділі на офіційному вебпорталі Британської бібліотеки (<https://www.bl.uk/cyber-incident/>), як важливий захід для обміну інформацією з іншими інституціями, що забезпечують захист власних інформаційних ресурсів з метою врахування цього сумного досвіду. Ураховуючи на тривалий позитивний досвід України щодо технічного захисту інформації, що ґрунтується на власній потужній науковій школі у цій галузі, системі підготовки відповідних фахівців та широкого нормативно-правового забезпечення усіх аспектів з питань захисту інформації, а також відомостей про поодинокі інциденти в інформаційно-комунікаційних системах, зокрема, під час воєнного стану, у яких збудована комплексна система захисту інформації, що отримала атестат відповідності Адміністрації Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України, можна рекомендувати нашим закордонним колегам звернути увагу на цей досвід і відповідним чином корегувати власну систему захисту інформації.

7.1. Оцифрування особливо цінних документів як сучасний шлях надійного збереження інформації цих документів

Оцифрування документів вважається спеціалістами основним сучасним методом, що дозволяє зменшити у прямому розумінні фізичне навантаження на оригінали за рахунок зменшення кількості видавань документів у користування в читальних залах і тим самим покращити збереження одиниць зберігання, зважаючи на виключення постійного механічного впливу на них, який призводить до фізичного зношування документів (під час переміщення, розкривання / закривання, розгортання / згортання, розгинання / згинання, стирання під час використання, зокрема частого перекладання, торкання, перегортання, що згодом призводить до їх забруднення, пошкодження або руйнування). Особливо, такий вплив помітний на документах, матеріали яких не придатні для тривалого зберігання, з часом стають крихкими (папір, віск, шелак, магнітна плівка тощо) або втрачають властивості (зникаючі тексти) щодо передавання кольорів (вицвітання), зчеплення з іншими матеріалами (тексти, що осипаються) тощо.

Для аналогових аудіовізуальних документів оцифрування вважається на сьогодні єдиним можливим способом забезпечення збереженості їх інформації відповідно до зазначених вище об'єктивних чинників⁶³.

⁶³ The Memory of the World in the Digital Age: Digitization and Preservation, 26 to 28 September 2012, Vancouver, British Columbia, Canada. P. 1. Point 2. [Пам'ять світу в епоху цифрових технологій: оцифровка та збереження: декларація від 26–28 верес.

Зрозуміло, що розвиток технологій може дозволити зберегти й оригінали аудіовізуальних документів, якщо зберігачі зможуть уповільнити їх руйнування сучасними методами.

Тому основним завданням сучасних бібліотек і архівів у світі є масове оцифрування одиниць зберігання, виробами якого є цифрові зображення, переважно, плоских поверхонь – це так зване двовимірне оцифрування, що застосовують для оцифрування сторінок рукописів, книг, журналів, газет, плакатів, креслень, карт, аркушів архівних справ та їх зворотів. Іноді таке оцифрування називають 2D, щоб підкреслити його двовірність.

За результатами позитивного досвіду різних інституцій у світі для організування масового оцифрування фондів бібліотек і архівів слід мати певну стратегію та план її реалізації, що повинні враховувати такі чинники:

- фіксування можливостей наявного обладнання для оцифрування;
- визначення першочерговості оцифрування документів у формі затвердженого плану;
- визначення параметрів якості цифрових копій;
- визначення порядку контролю якості цифрових копій;
- створення та забезпечення функціонування системи зберігання цифрових копій;
- забезпечення обліку цифрових копій та функціонування інформаційно-пошукової системи для надання доступу до них;
- створення та забезпечення функціонування комплексної системи захисту інформації;
- затвердження порядку оцифрування фондів інституції;
- визначення потреб інституції в додатковому обладнанні для оцифрування; програмному забезпеченні та системах зберігання даних;
- вирішення проблеми кадрового забезпечення процесів оцифрування;
- пошук шляхів забезпечення потреб: подання бюджетних запитів для державних інституцій, участь у конкурсах для отримання грантів; подання заявок до благодійних фондів; участь у міжнародних проєктах; співпраця з інституціями, зацікавленими в отриманні цифрових копій та готових забезпечити їх оцифрування.

На нашу думку, до масового оцифрування бібліотечних і архівних фондів слід ставитися як до організування виробництва цифрових копій документів із чітким регламентуванням усіх процесів. Насамперед, це дозволяє значно збільшити швидкість оцифрування та суттєво зменшити витрати на його виконання.

Зрозуміло, що це не стосується документів, які представлені у фондах окремих установ немасово, а також потребують спеціальних методів щодо їх оцифрування: аудіовізуальні, образотворчого мистецтва, на носіях, виготовлених із специфічних матеріалів, карти, креслення, інші великоформатні, крім газетних, тощо. Газетні фонди, зазвичай, представлені в бібліотеках масово і, за умови забезпечення відповідним обладнанням, їх оцифрування може бути перетворено на виробництво цифрових копій. Як виключення на сьогодні, те саме стосується аудіовізуальних документів, що зберігаються в таких інституціях, як ЦДАЕА і Національний центр Олександра Довженка, та великоформатних креслень у складі комплексів науково-технічної документації, що масово зберігаються у різних установах, що безпосередньо створюють такі документи, а також ЦДНТА України. Зрозуміло, що можливості щодо оцифрування фондів ЦДАЕА і ЦДНТА України обмежені й ці установи ще довго будуть працювати над оцифруванням власних фондів, проте, непоганою виявляється ідея щодо збільшення забезпечення цих архівів для виконання завдань з оцифрування не лише власних фондів, а також особливо цінних аудіовізуальних науково-технічних документів інших архівів, перетворення їх на відповідні центри.

Відповідно до наведених вище чинників, організування виробництва оцифрування документів повинно розпочинатися з аудиту наявного обладнання для оцифрування, фіксування його можливостей:

- максимальний розмір об'єкта (формат), що може бути оцифрованим;
- розподільна здатність, зазвичай, у точках на дюйм (dot per inch, dpi);
- кольоровість (чорно-білий / кольоровий), зокрема, глибина кольору у бітах (1 – чорно-білий; 8 – градації сірого, 24, 48 тощо), що визначає кількість відтінків, які можуть продукуватися у цифровому зображенні, наприклад, при глибині 24 біти їх буде $2^{24} = 16\,777\,216$, зважаючи, що кожний колір кодується за допомогою двійкової системи числення (лише 0 і 1); з довжиною коду 24 розряди. Зазвичай використовується кольорова модель RGB, притаманна для таких випромінюючих джерел світла, як монітор. Кольорове зображення утворюється трьома каналами світла червоного (red), зеленого (green) і блакитного (blue) кольорів, що змішуються у формі маленьких пікселів на екрані. Це дозволяє отримати зазначену вище кількість відтінків;
- безконтактність, якщо можливе оцифрування без застосування до об'єкту оцифрування будь-якого механічного впливу;
- максимальний розмір корінця, якщо одиниця зберігання не підлягає розшиванню, насамперед, це стосується рукописів і стародруків;
- конструктивні особливості пристрою, що забезпечують оцифрування розвороту рукопису, стародруку, яке суттєво прискорює процес і

ґрунтується на застосуванні притискного скла, що забезпечує вирівнювання розгорнутого рукопису або стародруку. Для забезпечення ощадливого режиму розгортання документів, щоб не розламувати корінці під час повного розкриття книг на плоскій поверхні на 180 градусів, особливо це стосується документів з великими за розміром корінцями, використовуються моделі сканерів з так званими колисками. Конструктивно колиски можуть мати різні моделі:

1) коли рукопис або стародрук розкриваються неповністю, а під певним кутом, достатнім, щоб оцифрувати сторінки стародруку, аркуші рукопису, справи. Таке розгортання забезпечує підставка V-форми, на якій розташовують документ. Оцифрування забезпечує цифрова камера, що розташовується під визначеним кутом до неповністю розгорнутої книги. Для продуктивного оцифрування такі системи обладнують двома цифровими камерами, що дозволяють одразу створювати зображення обох сторінок, тобто розвороту. Такі системи надають кращий результат, коли вони керуються фірмовим програмним забезпеченням. Для надійного вирівнювання сторінок під час оцифрування на них накладається притискне скло, що має таку саму V-образну форму, як наведено на рис. 7.7;

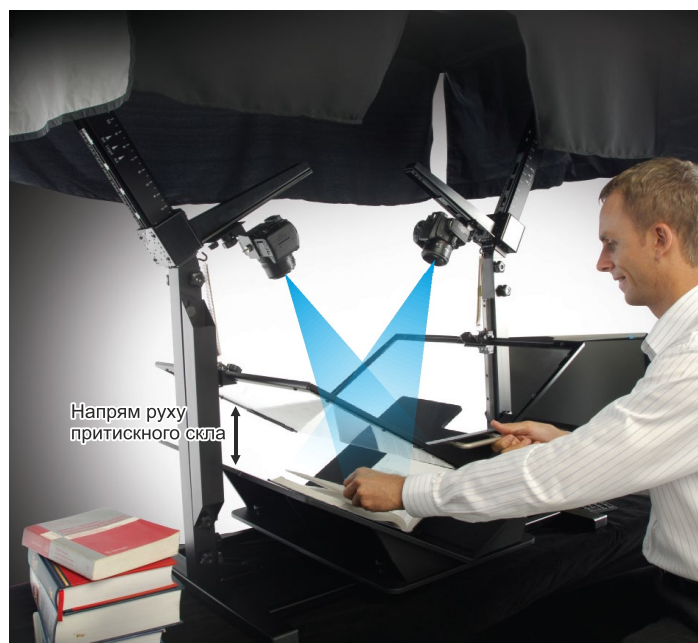


Рис. 7.7. Сканер ATIZ BookDrive DIY, що застосовується для оцифрування фондів НБУВ⁶⁴

⁶⁴ BookDrive DIY. The Ultimate Book Scanning Solution. Official website of ATIZ. Р. 3. URL: https://www.atiz.com/Download/brochure_diy.pdf (дата звернення: 02.05.2023).

2) коли поверхня сканера складається із двох частин, що можуть рухатися по вертикалі. Простіше кажучи, утоплюватися вниз, а потім підніматися. Такі рухи легко виконуються оператором для досягнення рівного по горизонталі розвороту документа, який рухає потрібну частину, щоб опускати ту частину розгорнутого документа, в якій утворилося більше сторінок. У таких конструкціях застосовується плоске притискне скло, як наведено на рис. 7.8. Конструктивною особливістю кожного із двох типів колисок є можливість розсування по горизонталі поверхонь, на яких розташовується книга. Це дозволяє збільшити діапазон придатних для оцифрування документів з великим корінцем, що може розташовуватися в утвореному проміжку колиски V-форми (рис. 7.9). Для прискорення роботи оператора скло може працювати в автоматизованому режимі, без надмірних зусиль оператора;



Рис. 7.8. Сканер Zeutschel OS C2 Advanced, що застосовується для оцифрування фондів НБУВ⁶⁵

⁶⁵ Overhead Scanner OS C. Allround Overhead Scanner. Official website of Zeutschel. URL: <https://www.zeutschel.de/en/produkte/os-c-scanner/> (дата звернення: 02.05.2023).

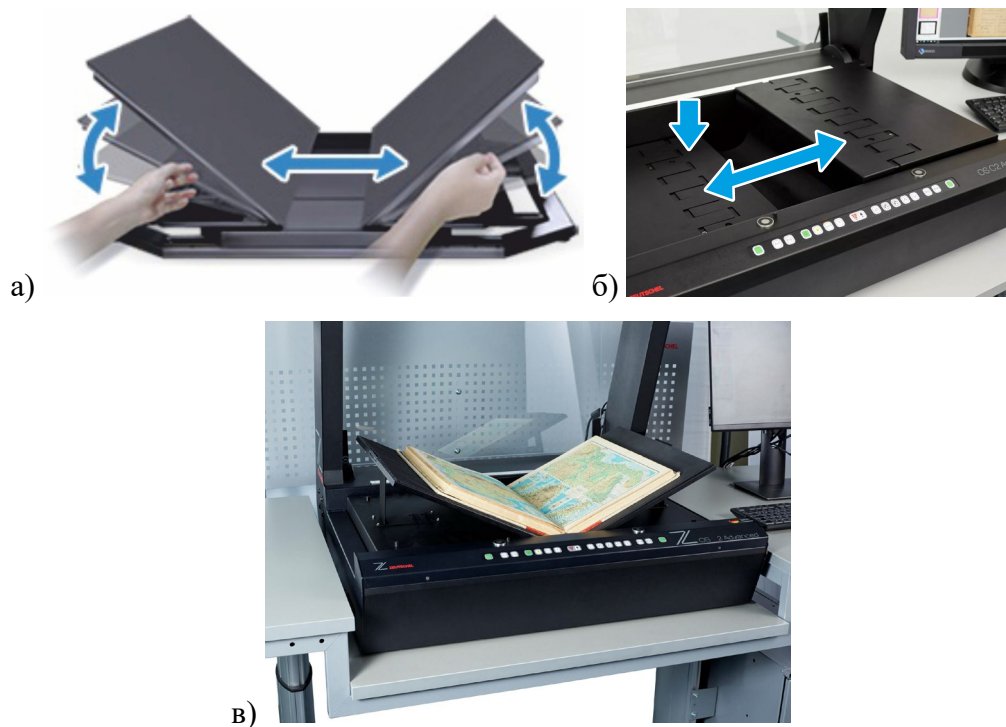


Рис. 7.9. Різні конструктивні рішення для заощадливого оцифрування документів з корінцем великого розміру: а) ATIZ BookDrive Mark 2⁶⁶; б) Zeutschel OS C2 Advanced; в) Zeutschel V-Kit⁶⁷

– інше додаткове устаткування, наприклад ножна педаль, що дозволяє запускати процес оцифрування натиском ноги на спеціальну педаль, що розташовується у зручному місці для оператора;

– фірмове програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати обробку отриманої цифрової копії (вирівнювання зображення; вирівнювання тексту, що спотворюється на розвороті, особливо, коли текст дуже близько розташовується до корінця; розділення розвороту на сторінки; обрізання сторінок. Для кращого виконання цієї операції (не має значення автоматично чи вручну) переваги надаються скануванню на чорному фоні.

Тому сучасні сканери мають чорний колір, насамперед поверхні для розташування об'єктів оцифрування; здійснення автоматичної корекції контрасту, яскравості, кольору, зокрема насиченості тощо). Важливим

⁶⁶ The «V» System Gets a Major Upgrade. Official website of ATIZ. URL: <https://mark2.atiz.com> (дата звернення: 02.05.2023).

⁶⁷ V-Kit. Digitize books gently. Official website of Zeutschel. URL: <https://www.zeutschel.de/en/produkte/v-kit/> (дата звернення: 02.05.2023).

виявляються і розміри самого сканера, що може вплинути на організування автоматизованого робочого місця оператора. Для професійних сканерів великих форматів, наприклад, фірми Zeutschel, важливою характеристикою виявляється й їх вага, навіть, сучасних, що призначені для розташування на звичайних столах. Однак, чи звичайним повинен бути цей стіл, слід зрозуміти до того, як сканер буде на ньому розташованим, зважаючи, що, наприклад із досвіду НБУВ, для моделі Zeutschel OS C2 Advanced (вага 90 кг) потрібен стіл з площею поверхні, більшу за 856×750 мм, який зможе витримати постійне навантаження приблизно у 100 кг, враховуючи не тільки сам сканер, а також інше додаткове обладнання і дії оператора. Вага наступної моделі у цій лінійці OS C2 Advanced Plus вже 140 кг, розмір основи 916×762 мм. Для безпечного та комфортного вирішення цієї проблеми компанія Zeutschel пропонує фірмовий стіл, зображення якого наведено на рис. 7.8.

Виробники обладнання для оцифрування бібліотечних і архівних фондів вже подбали про максимальне автоматизування роботи операторів. Завданням відповідального в інституції, що організує виробництво цифрових копій, є максимально скористатися такими можливостями, щоб перетворити роботу оператора в просте гортання документів і зводити оцифрування до натискання всього однієї клавіші, або кнопки, або педалі. Це може здивувати багатьох дослідників, але оператору, зазвичай, байдуже, що він оцифровує. Так і повинно бути. Оператора цікавить норма, що він повинен виконати, якість цифрових копій і заробітна плата. Обов'язком оператора є дбайливе відношення до документів, забезпечення їх збереженості під час оцифрування і виконання норми з визначеною якістю цифрових копій.

Аудит наявного обладнання для оцифрування забезпечує миттєве розуміння можливостей інституції щодо виконання завдань з оцифрування фондів. Насамперед, це стосується фізичних розмірів і стану документів, що є першим обмеженням для визначення першочерговості щодо їх оцифрування.

Крім того, аудит обладнання надає конкретні вихідні дані для визначення потреб інституції в додатковому обладнанні, виходячи із фізичного стану фондів інституції.

На визначення фондів, що підлягають першочерговому оцифруванню, впливає не лише фізичні можливості наявного обладнання. Це суб'єктивне рішення фахівців і керівників, що приймається на підставі таких чинників:

- цінність документів: унікальні, особливо цінні, рідкісність, зокрема, що відносить їх до Національного архівного фонду і наукового об'єкта, що належить до національного надбання. Лише фахівці можуть визначити цінність документів:

– загроза втрати інформації документа, зважаючи на його фізичний стан (природне старіння, ураження за результатами неналежних умов зберігання, надзвичайні ситуації: пожежа, затоплення, військові дії, вандалізм, терористичний акт) або застарілість технологій, що не дозволяють відтворювати інформацію документа, навіть, якщо його стан задовільний. Тут важливо зазначити, що оцифрування дозволяє врятувати не документ, а його інформацію й відомості про те, як виглядав документ;

– затребуваність документів користувачами.

Найкраще це знають працівники саме структурних підрозділів, які забезпечують зберігання бібліотечних і архівних фондів та видавання документів у користування.

Бажано, щоб результатом за першими двома критеріями відбору документів для їх оцифрування ставав затверджений річний план інституції, галузі. Обов'язкове звітування про виконання таких планів дозволяє отримати дані для аналізу причин його невиконання й усунення цих причин або визначення позитивних чинників, що можуть посилити роботу та збільшити обсяги оцифрування.

Планування за третім критерієм є дуже приблизним і може розраховуватися лише на підставі показників, отриманих за попередні роки. Важливо зрозуміти, що більше, чим фізично оператори можуть зробити, вони не виконують. Отже, головним показником є загальна кількість вироблених цифрових копій.

Природнім обмеженням щодо обсягів, які закладаються до плану оцифрування є швидкість оцифрування, що можуть забезпечити навчання оператори на наявному обладнанні та стан документів, які оцифровуються. Для збільшення обсягів оцифрування виконують відбір масивів документів, що мають задовільний стан і приблизно однакові фізичні розміри (ширина, висота, товщина), певну уніфікацію в межах окремого завдання, що не потребують постійного переналаштування обладнання. Для доведення продуктивності операторів до максимального рівня повинні бути створені відповідні умови їх праці. Вирішальним тут виявляється рівень заробітної плати.

За належного забезпечення архівів і бібліотек наступним кроком щодо збільшення темпів оцифрування, є лише створення нових автоматизованих робочих місць операторів, обладнаних потрібними пристроями для оцифрування. Цей процес, зазвичай, пов'язаний із збільшенням штатної чисельності операторів і, можливо, реструктуризацією інституції.

Якщо збільшити штатну чисельність операторів вже неможливо, то єдиним шляхом до подальшого збільшення темпів оцифрування є залучення сторонніх підрядників, що надають відповідні послуги. Таку співпрацю називають аутсорсингом, що здійснюється на платній основі.

Забезпечити аутсорсинг можна за умови отримання бібліотекою, архівом відповідних видатків.

На жаль, зважаючи на економічну ситуацію в Україні, державні бібліотеки й архіви, здебільшого, не можуть бути конкурентоспроможними на ринках таких послуг і праці з наявною тарифною сіткою, відповідним рівнем заробітної плати та щорічних видатків.

7.2. Благодійна підтримка цифровізації історико-культурної спадщини України

Одними із дієвих шляхів вирішення проблеми щодо придбання обладнання для оцифрування бібліотечних і архівних фондів, зберігання цифрових копій та функціонування електронних інформаційних ресурсів, отримання послуг для створення цих ресурсів та стимулювання працівників є отримання грантів на виконання конкретних проєктів щодо першочергового оцифрування певних масивів документів, важливість і першочерговість оцифрування яких для інституції, суспільства, держави, світу обґрунтовується учасником конкурсу, що організується за визначеними правилами юридичною особою, назва якої часто ґрунтується на понятті «фонд», метою створення якого є сприяння розвитку культури та мистецтв, забезпечення сприятливих умов для розвитку інтелектуального та духовного потенціалу особистості і суспільства, широкого доступу громадян до національного культурного надбання, підтримка культурного розмаїття та інтеграції національної культури у світовий культурний простір⁶⁸. Такі фонди надають у розумінні чинної законодавчої бази України так звані «гранти інституційної підтримки» на безоплатній і безповоротній основі фінансових ресурсів юридичним особам усіх форм власності сфери культури, що дозволяє організувати цим інституціям комплексні заходи щодо вирішення конкретної проблеми: придбання обладнання, програмного забезпечення, отримання послуг, заробітна плата працівників.

Найбільшим за обсягами благодійної фінансової підтримки культури в Україні є бюджетна установа Український культурний фонд (<https://ucf.in.ua>), що виконує передбачені чинним законодавством України спеціальні функції щодо сприяння національно-культурному розвитку України. Багато проєктів, реалізованих, починаючи з 2018 р., що фінансувалися Українським культурним фондом, ґрунтувалися саме на оцифруванні фондів бібліотек і архівів, що віднесені, переважно, до істо-

⁶⁸ Про Український культурний фонд : Закон України від 23.03.2017 № 1976-VIII. Офіц. вебпортал Верховної Ради України «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1976-19> (дата звернення: 15.04.2023).

рико-культурної спадщини України та світу. Так, у 2018 р. були реалізовані такі проекти:

«Світовий тріумф «Щедрика» – 100 років культурної дипломатії України» (499 200 грн), виконавець Український центр культурних досліджень Міністерства культури України, що виконувався за документами Центрального державного архіву вищих органів влади і управління України⁶⁹;

«ВУФКУ. Lost and Found (Втрачене і віднайдене)» (499 543 грн), виконавець Державне підприємство «Національний центр Олександра Довженка» (<https://vufku.org>), серед іншого в межах проекту було виконано оцифрування періодичних видань з архіву Довженко-Центру, створено онлайн-ресурс, присвячений кіно доби Всеукраїнського фотокіноуправління (ВУФКУ) в 1920–30 рр., реставрація низки оригінальних афіш до фільмів, створених у 1920-х рр.⁷⁰;

«Актуалізація культурної спадщини через розархівування аудіовізуального минулого» (475 350 грн), виконавець ГО «Центр міської історії Центрально-Східної Європи», в межах якого було виконано оцифрування кіноматеріалів із приватних архівів Міським медіаархівом Центру міської історії у сфері цифрового архівування культурної спадщини (<https://uma.lvivcenter.org>) у Львові⁷¹;

«Петер Демант: дивись, читай, пізнавай» (232 772 грн), виконавець Управління культури Чернівецької міської ради. Створено віртуальну бібліотеку письменника Петера Деманта з 3D маршрутом його життя, представлену на вебсайті Муніципальної бібліотеки імені А. Добрянського, інформаційною основою проекту стали оцифровані паперові книги письменника, які розміщені на вебсайті для вільного читання онлайн, фільми про життєвий шлях та заслання в ГУЛАГ видатної постаті ХХ ст., змонтовані з субтитрами англійською та українською мовами (<https://peterdemant.cv.ua>);

«Сучасне мистецтво Одеси» (275 280 грн), виконавець ГО «Одеська місцева громадська організація «Центр розвитку». Під час цього до-

⁶⁹ Пересулько Т. Світовий тріумф «Щедрика» – 100 років культурної дипломатії України (збірник архівних документів). Київ: Вид-во «АртЕк», 2018. 200 с. URL: <https://sshd.org.ua/zbirnyk-arhivnyh-dokumentiv-svitoviy-triumf-shhedryka-100-rokiv-kulturnoyi-dyplomatiyi-ukrayiny/> (дата звернення: 15.04.2023).

⁷⁰ Довженко-Центр за підтримки УКФ готує виставку «ВУФКУ. Lost&Found»: повідомлення від 22.10.2018. Офіц. вебсайт Довженко-Центру. URL: <https://dovzhenkocentre.org/dovzhenko-tsentr-za-p-dtrimki-ukf-gotu-vistavku-syeedfch-lost-found> (дата звернення: 15.04.2023).

⁷¹ День домашнього кіно: повідомлення від 19.10.2018. Офіц. вебсайт Центру міської історії Центрально-Східної Європи. Львів. URL: <https://www.lvivcenter.org/updates/home-movie-day-2018/> (дата звернення: 15.04.2023).

слідницько-архівного проекту були оцифровані музейні експонати й архівні документи із фондів Музею сучасного мистецтва Одеси, що оприлюднені на новому вебресурсі інституції (<https://msio.com.ua>);

«Тарас Мельничук. Віртуальний музей-архів» (283 767 грн), виконавець ТОВ «Дискурс», у межах проекту було оцифровано більше 200 раніше невідомих рукописів поета (<https://www.facebook.com/kniazrosy>);

«Зашифрування Архівної картотеки Інституту української мови НАН України» (499 452 грн), виконавець Інститут української мови НАН України. Створено відкритий онлайн-ресурс «Архівна картотека», де оприлюднено словникові матеріали Інституту української мови НАН України, тобто уможливлено пошукову роботу з унікальним лексико-ілюстративним матеріалом;

«Впровадження інноваційних методів досліджень та збереження об'єктів культурної спадщини» (1 471 103 грн), виконавець Інститут прикладної фізики НАН України. Основною метою (<http://nucl-ch.iar.sumy.org>) є підвищення ефективності робіт, спрямованих на збереження артефактів культурної спадщини в Україні через впровадження ядерно-фізичних методів світового рівня. Фактично, грантоотримувачі провели цикл заходів, на яких відбулося ознайомлення слухачів з: 1) сучасною методологією застосування ядерно-фізичних та інших комплементарних методів до об'єктів культурної спадщини України; 2) можливим розширенням застосовності методів ядерної фізики та комплементарних методів до об'єктів культурної спадщини; 3) налагодженням співпраці між кінцевими користувачами та науково-дослідницькими лабораторіями і закладами, що можуть бути задіяні для завдань збереження культурної спадщини; 4) результатами аналізу й адаптації міжнародного досвіду з організації лабораторій консервації та реставрації артефактів із застосуванням ядерно-фізичних методів з метою подальшого створення проектної пропозиції та техніко-економічного обґрунтування для створення лабораторій консервації артефактів культурної спадщини в Україні. На жаль, відомості про впровадження зазначеної методики в інституціях України не оприлюднюються.

Одеською національною науковою бібліотекою за підтримки Українського культурного фонду здійснено оцифрування понад 600 гравюр XVI–XIX ст. майстрів з Англії, Італії, Нідерландів, Німеччини, України, Франції в межах проекту 2018 р. (239 902 грн) «Старовинна гравюра – культурна спадщина України» (<https://odnb.odessa.ua/gravures/>) та понад 200 000 рідкісних книжкових пам'яток у межах проекту 2019 р. (400 500 грн) «Скарби України» (<https://odnb.odessa.ua/rarities/>). Того ж

2019 р. підтримку Українського культурного фонду отримали такі проекти з оцифрування бібліотечних і архівних фондів:

«Зацифрування «Історії українського мистецтва» за редакції М. Бажана» (242 778 грн), виконавець Державна наукова установа «Енциклопедичне видавництво», оцифровано та викладено у вільний доступ онлайн редакційний архів багатотомної колективної монографії «Історія українського мистецтва» 1966–1970 рр. Загальний обсяг архіву складає 205 справ, більшість з яких становлять рукописи та матеріали редакційного опрацювання, внутрішні рецензії наукового й цензурного характеру, зауваження членів редакційної колегії та ін. (<https://archive.vue.gov.ua>);

«Модерний архів» (106 074 грн), виконавець Державний архів Рівненської області. За отримані кошти було придбано сканер, розроблено новий вебсайт архіву та, не зважаючи, що за звітом про виконання проекту зазначено про оцифрування 33 одиниць зберігання, ця діяльність продовжена за допомогою придбаного обладнання на постійній основі з можливістю надання доступу до цифрових копій на оновленому вебсайті (<https://www.facebook.com/watch/?v=364872651115122>);

«Sound ID* спадщина Володимира Пержила» (487 536 грн), виконавець ГО Міждисциплінарний центр з розвитку мистецтва та культури «Дрім Проджектс». Проект присвячено творчому спадку етнографа і фольклориста В. Пержила, оцифруванню його архіву аудіо- та відеозаписів, що об'єднав митців і дослідників з чотирьох країн: Білорусі, Польщі, Словаччини та України (<https://ucf.in.ua/archive/5f08acd793fe9e2f2872f9a3>).

UU#Kyiv (786 020 грн), виконавець ТОВ «Дукат Арт». Проєктом започатковано електронний архів українського неофіційного мистецтва, у межах якого оцифровано понад 2 000 творів з приватних і музейних збірань, детальні біографії художників, бібліографічні відомості, а також архівні матеріали, серед яких унікальні світлини знищених або втрачених творів (<https://archive-uu.com>);

«Електронна колекція літературно-мистецьких журналів Харкова першої третини ХХ ст.» (41 107 грн), виконавець Харківська державна наукова бібліотека імені В. Г. Короленка. Проект було розпочато з оцифрування та надання доступу онлайн до 110 номерів шести періодичних видань (<https://collection.korolenko.kharkov.com>);

«Крихка пам'ять» (2 636 950 грн), виконавець ГО «Творче об'єднання «Вавилон 13». Проект спрямований на створення документального фільму, що розповідає історію молодого кінематографіста І. Іванька, який випадково знайшов схований фотоархів свого діда Л. Бурлаки – українського кінооператора, виконання якого було б не можливим без сучасних технологій оцифрування кінодокументів (<https://ucf.in.ua/archive/5f046cf3b9c2cc532740bcb3>);

У 2020 р. ГО «Нарешті» виконано проєкт «Відкрита ніч. Зоряний прискорювач» (2 237 664 грн) з оцифрування фільмів ранніх програм «Відкритої ночі» із застосуванням технології віртуальної реальності для їх цифрового оприлюднення (<https://ucf.in.ua/archive/60743aada787ab7ec21f2ee2>);

У 2021 р. за підтримки Українського культурного фонду виконувалося оцифрування бібліотечних і архівних фондів у межах таких проєктів:

«Проєкт «Комплексна система інформатизації Центрального державного архіву-музею літератури і мистецтва України», виконавець Центральний державний архів-музей літератури і мистецтва України. Основні витрати за цим проєктом були здійснені для створення інформаційної системи (обладнання, програмне забезпечення та послуги), що надала можливість архіву суттєво збільшити темпи оцифрування документів та оприлюднення їх цифрових копій в інтернеті⁷² (<https://ksi-csamm.archives.gov.ua>);

«Цифровий архів Львівської національної галереї мистецтв імені Б. Г. Возницького» (1 387 020 грн). На базі Львівської національної галереї мистецтв імені Бориса Григоровича Возницького створено двомовний онлайн ресурс для розміщення оцифрованих об'єктів з фондів різних підрозділів галереї (<https://ucf.in.ua/archive/61e959758571b15f485d42fc>);

«Архів ДП «Національна Кінематека України» (1 338 834 грн), виконавець ФОП Кнорозок Любов Володимирівна. У межах проєкту було виконано фізичне рятування, впорядкування та часткове оцифрування кіноархіву (рис. 7.10) кіностудії «Національна кінематека України» (правонаступниці кіностудії «Київнаукфільм»), що надало доступ до роботи з цим архівом професійній спільноті (<https://ucf.in.ua/archive/61e9756df7f59128f5377aad>);

«Робимо минуле доступним: цифрове повернення вивезених архівів про боротьбу СРСР із визвольним рухом» (1 307 610 грн), виконавець ГО Центр досліджень визвольного руху. Проєкт спрямовано на оцифрування архіву про боротьбу СРСР проти українського руху опору середини ХХ ст. та надання доступу до них онлайн (avr.org.ua).

Незважаючи на значний наведений вище перелік виконаних проєктів, у межах яких здійснювалося оцифрування історико-культурної спадщини із бібліотечних і архівних фондів, це лише невелика частина вже виконаної роботи за рахунок державного грантового фінансування, що забезпечив Українській культурний фонд. З повним переліком виданих проєктів можна ознайомитися у розділі «Реєстр програми Культурна спадщина» офіційного вебсайта фонду (https://ucf.in.ua/m_programs/63c3dfd)

⁷² Договір про надання гранту від 30.06.2021 № 4ICP51-02009 між Українським культурним фондом і Центральним державним архівом-музеєм літератури і мистецтва України. Офіц. вебсайт УКФ. 42 с. URL: https://ucf.in.ua/storage/applications/4/ICP/5/1/4ICP51-02009/scanned_agreement/4ICP51-02009.PDF (дата звернення: 15.04.2023).

7552896132a37c376/register?type=received_applications). Ці приклади дають уявлення про рівень забезпечення цього напряму діяльності бібліотек і архівів, а також склад документів, які, за думкою фахівців, підлягають першочерговому оцифруванню. Вочевидь, потреби щодо оцифрування аудіовізуальних документів значно більші, навіть, зважаючи не на їх значущість як національної або світової культурної спадщини, а на більшу технологічну складність, що вимагає забезпечення спеціалізованим обладнанням і відповідної підготовки операторів. На ціну такого обладнання впливає й такий чинник, що воно застосовується не так масово як, наприклад, книжкові сканери.



Рис. 7.10. Стан збереженості кіноархіву кіностудії «Національна кінематека України», 2021 р. (за матеріалами вебсайта Українського культурного фонду)

Зазначені обсяги фінансування свідчать про певний суб'єктивний підхід експертів Українського культурного фонду, які приймають відповідні рішення за результатами конкурсів, на який, безумовно, впливає зміст обґрунтувань заявників. Зазначимо, що керівники бібліотек і архівів України вимушені розвивати вміння отримувати такі гранти, писати вдалі обґрунтування проєктів, які переконають експертну раду для перемоги у конкурсі, пристосовуючись до реальних умов сучасності задля забезпечення збереженості фондів і навіть установ, які вони очолюють. Проте, серед заявників, що перемогли, не так багато саме бібліотек і архівів. Також зазначимо, що не варто рахувати середню ціну, наприклад, цифрової копії однієї сторінки / аркуша рукопису, книги, справи тощо як найбільш об'ємного масиву культурної спадщини, що оцифровується. На нашу думку, якою б вона не була, вона буде значно меншою, порівняно із тим, що вкладається в об'єкти культурної спадщини в інших країнах світу, виходячи з їх звітів.

Важливий крок щодо покращення забезпеченості ЦДКФФА України імені Г. С. Пшеничного для організування оцифрування аудіовізуальних документів було зроблено у 2019 р. щодо придбання професійного кінообладнання французької компанії André Debrie and Pathé, одного із кращих виробників у світі такого обладнання, а саме, комплексу обладнання для оцифрування (3 475 900 грн) на основі мультимедійного плівкового сканера CTM Debrie Perfecta Vision⁷³ (рис. 7.11), що дозволяє створювати цифрові копії з роздільністю по горизонталі 2К (2 000 пікселів) із наднизьким рівнем графічного шуму (noise), з робочою частотою 25 fps (frames per second – кадрів за секунду) та ручним налаштуванням до 100 fps, кіноплівки форматів 35/S35, 16/S16, 8/S8 мм, чорно-білих і кольорових, адаптованого для обробки позитивних, негативних, проміжних позитивних і негативних, а також нітратних плівок. Сканер здатний обробляти деформовану та пошкоджену плівку з відсутніми перфораціями, працювати не тільки з поширеними співвідношеннями сторін зображення 4:3 і 16:9, а також багатьма іншими.

Камера сканера CTM Debrie Perfecta Vision оснащена сенсором з розміром 2 336 × 1 752 пікселів. Застосована інноваційна технологія спрощеного налаштування сканера для роботи з іншим форматом плівки, оператору достатньо лише змінити положення роликів. Зчитування оптичного звуку COMMOPT [Ю.К.: COMbined Movie with the soundtrack OPTically recorded – комбінований запис фільму із оптичним записом зву-

⁷³ Комплекс обладнання з оцифрування документів Національного архівного фонду. Офіц. вебсайт держ. підприємства «Прозорро», 26.09.2019. URL: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2019-09-06-002160-b> (дата звернення: 07.05.2023).



Рис. 7.11. Сканер CTM Debie Perfecta Vision⁷⁴

кової доріжки], коли звук фіксується на кіноплівці у формі зображення доріжки або зі змінною (variable) щільністю (density), або площею (area), різного виду⁷⁵ (рис. 7.12), розташованого на одній плівці із кадрами, і магнітного COMMAG (COMbined picture recording with the soundtrack MAGnetically recorded) – комбінований запис зображення із магнітним записом звукової доріжки, а також синхронізація звуку з двофазним сигналом. І багато іншого, що дозволяє значно автоматизувати роботу оператора і зробити її комфортною, зокрема, фірмове програмне забезпечення.

Звертаємо увагу на дуже велику ціну одного комплексу, порівняно з професійним обладнанням для оцифрування рукописних і книжкових одиниць зберігання. Наприклад, вартість CTM Debie Perfecta на час придбання була понад 128 000 євро, виявляється майже у 4,8 разів більшою

⁷⁴ Digital Viewing and Editing Table Perfecta Vision. Official website of CTM group – Debie. P 1. URL: <https://debie.fr/wp-content/uploads/2020/05/DEBRIE-2020-PERFECTA-VISION-ENG.pdf> (дата звернення: 07.05.2023).

⁷⁵ Cameron K. Sound and the Documentary Film. TYPES OF SOUND-TRACKS. Sir Isaac Pitman & Sons. 1947. URL: https://thediagram.com/12_1/typesof.html (дата звернення: 07.05.2023).

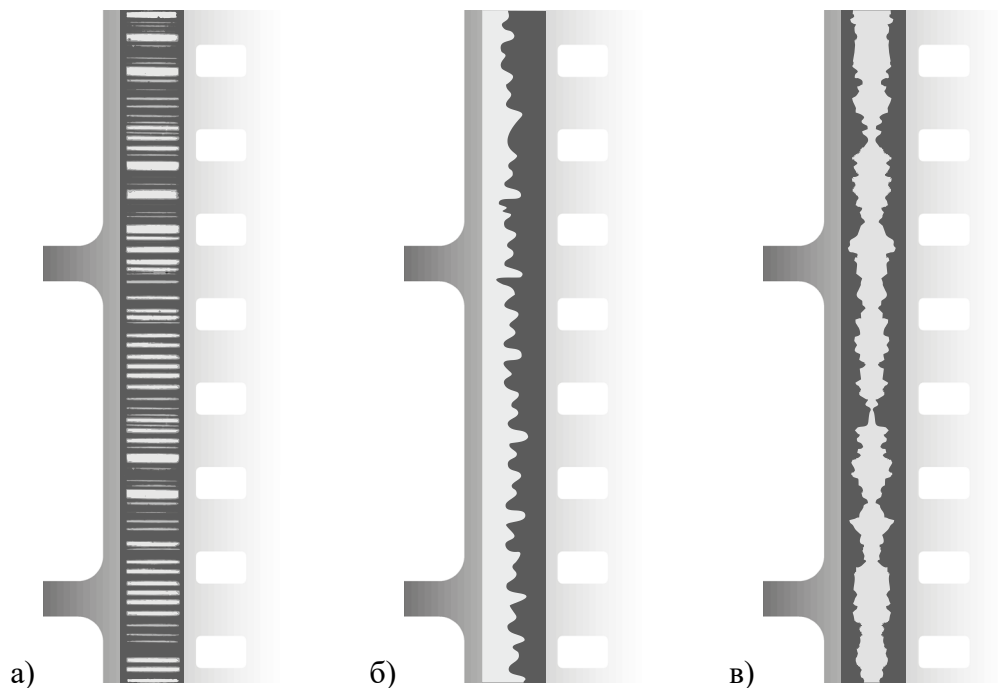


Рис. 7.12. Загальна схема оптичної звукової доріжки: а) зі змінною щільністю; б) односторонньої (bilateral) зі змінною площею; в) двосторонньої (unilateral) зі змінною площею

вартості таких сканерів як Zeuschel OS C2 Advanced, близько 27 000 євро, не кажучи про такі як CZUR M3000 Pro V2 Scanner за ціною приблизно 2 600 євро (https://static.czur.cc/czur/usermanual/m3000pro/CZUR_M3000_pro_User_Manual_-English-20220211.pdf), якими за останні роки у великій кількості було забезпечено благодійними фондами українські бібліотеки й архіви, зокрема НБУВ.

Зважаючи на тривале продовження воєнного стану в Україні та реальної загрози фізичного пошкодження або втрати об'єктів культурної спадщини внаслідок бойових дій на всій території країни, стрімко поширилися ініціативи інституцій західних держав щодо надання благодійної допомоги бібліотекам, архівам і музеям України саме задля збереження національного культурного надбання, частина якого належить до світового культурного надбання, шляхом його оцифрування та надійного зберігання отриманих цифрових копій.

Розмір цієї допомоги був чималий та продовжується, а головне, є адресним. Така форма допомоги має відповідно до чинного законодавства України дві форми:

– пряма грошова безпосередньо на рахунок української інституції, яка найчастіше застосовується для сплати послуг, зважаючи, що придбання матеріальних цінностей ускладнено певними обмеженнями щодо подальшого використання таких грошей, з огляду на економічні умови в державі, що тривалий час перебуває у воєнному стані;

– шляхом посередництва, коли закордонні інституції сплачують послуги українських громадських організацій або приватних підприємств, що мають право надавати послуги з придбання товарів і послуг, транспортування, розмитнення та безоплатного передавання матеріальних цінностей, зокрема, до бібліотек і архівів.

Поступово, завдяки допомозі, переважно, країн Європи, українські бібліотеки й архіви розпочали вирішувати проблему забезпеченості матеріалами і обладнанням для вирішення проблем із збереженості своїх фондів і не тільки для їх оцифрування. Співпраця відбувається в ініціативному порядку українських інституцій або шляхом прямих звернень до закордонних колег, з якими вони співпрацюють, або безпосередньо до благодійних фондів, що були утворені задля самостійного збирання благодійної допомоги та задоволення потреб українських бібліотек, архівів і музеїв. Такі фонди проводять власну роботу серед українських інституцій для з'ясування їх нагальних потреб. Найбільш відомими серед таких ініціатив є міжнародний альянс для захисту культурної спадщини ALIPH Foundation (<https://www.aliph-foundation.org/en/projects/protecting-cultural-heritage-in-ukraine>, та SUCHO (Saving Ukrainian Cultural Heritage Online – збереження української культурної спадщини онлайн): <https://www.sucho.org>.

Також слід зазначити зусилля Єврокомісії, що виділяє чималі кошти задля вирішення проблем із збереженням культурної спадщини, зокрема в Україні, для підтримки національних і наукових бібліотек, розуміючи важливість забезпечення таких умов праці, що дозволять продовжувати виконувати дослідження в складних умовах війни. Слід зазначити, що значна частина парку персональних комп'ютерів в Україні, що давно став основним засобом навчання та праці, у тому числі сучасних науковців, є морально застарілим та потребує негайної модернізації. За переконанням європейських колег така модернізація повинна відбуватися за рахунок заміни настільних комп'ютерів (desktop) на ноутбуки (лаптопи), планшети і, навіть, смартфони, що є мобільними пристроями, які дозволяють працювати тривалий час автономно будь-де. Не можна не погодитися з такою точкою зору, зважаючи на тривалий стан воєнного стану в Україні. Крім модернізації наявного парку застарілих комп'ютерів, гостро стоїть проблема недо-забезпеченості бібліотек, архівів і музеїв такими пристроями. Так, музеї України станом на середину 2023 р. були забезпечені комп'ютерної техні-

кою лише на 10%⁷⁶. Задля вирішення цієї проблеми у середині 2023 р. Єврокомісія разом з іншими європейськими інституціями розпочала масштабний проєкт щодо забезпечення України такими пристроями. Не були забуті й інституції, що зберігають культурну спадщину⁷⁷.

У межах цієї діяльності українські бібліотеки й архіви стали вирішувати проблеми з оцифруванням своїх фондів і зберіганням цифрових копій, загальні обсяги даних яких постійно зростають, отримали сучасне обладнання для оцифрування, комп'ютери, монітори великого розміру для оброблення цифрових зображень, сервери, сховища даних різного класу, системи захисту інформації, переносні накопичувачі, пристрої безперебійного живлення, генератори, хмарні сховища за межами України. До прикладу, НБУВ протягом 2022–2023 рр. отримано чотири сучасних універсальні сканери (Overhead Scanner, OS) формату A2+, німецької фірми Zeutschel, світового флагману у виробництві скануючого обладнання, моделі OMNISCAN OS 12002 Advanced, OS C2 Advanced і OS C2 Chrome, із спеціалізованим програмним забезпеченням, що автоматизує значну частину операцій з оброблення цифрового зображення (вирівнювання, доведення до повного розгортання рукописів, книг, обрізання, фільтрування сміття (шуму), встановлення потрібного контрасту, яскравості, насиченості, параметрів кольору тощо). Також отримано два сучасних сервери і два сховища даних великого розміру, що дозволило забезпечити модернізацію інформаційно-комунікаційної системи НБУВ, з урахуванням наявного обладнання, та забезпечило надійну збереженість цифрових копій зі створенням їх страхових копій, що зберігаються відокремлено. Два сканери, сервер і система збереження даних були надані НБУВ Шведською академією (швед. Svenska Akademien) та Національною бібліотекою Швеції (швед. Kungliga biblioteket) і така ж допомога була надана Німецькою національною бібліотекою (нім. Deutsche Nationalbibliothek) та Державною бібліотекою в Берліні (нім. Staatsbibliothek zu Berlin). Ми висловлюємо вдячність нашим шведським і німецьким колегам, а також Національній бібліотеці Польщі, Національній бібліотеці Франції, Національній бібліотеці Фінляндії та Асоціації університетів і багатьом іншим, які надали важливу допомогу НБУВ для забезпечення збереження куль-

⁷⁶ Laptops for Ukraine. Support the digitisation efforts of Ukrainian cultural heritage institutions! Official webportal of the Europeana. 2023. URL: <https://pro.europeana.eu/page/laptops-for-ukraine> (дата звернення: 21.11.2023).

⁷⁷ Laptops for Ukraine initiative extended to help museums and libraries safeguard cultural heritage. Official webportal European Commission. June 15, 2023. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/laptops-ukraine-initiative-extended-help-museums-and-libraries-safeguard-cultural-heritage> (дата звернення: 25.07.2023).

турної спадщини в скрутні часи (комп'ютерну техніку, сучасні матеріали для картування документів, їх реставрації, протипожежні засоби тощо).

За допомогою ALIPH Foundation наприкінці 2022 р. ЦДНТА України отримав протяжний сканер CSX550-09 японської фірми Graphtec (рис. 7.13), що дозволило суттєво поживати діяльність архіву щодо оцифрування великоформатних креслень⁷⁸.

Сканер дозволяє оцифровувати документи формату A0+. Для делікатного сканування документів, що мають нещільну матеріальну основу, застосовують спеціальний прозорий захисний конверт з підкладкою для по-



Рис. 7.13. Протяжний сканер Graphtec CSX550-09 формату A0+ з фірмовою підставкою

⁷⁸ Повідомлення на офіційній сторінці ЦДНТА України на Facebook від 13.12.2022. URL: <https://www.facebook.com/archiv.gov.ua/videos/823073198753525> (дата звернення: 07.05.2023).

подавання таких документів у пристрій – так званий керіер аркуш фірми Graphtec відповідного формату. Діапазон ширин документів, що подаються на оцифрування, варіюється від 257 мм до 965 мм, а інформаційна смуга, яку він може зчитувати – від 50 мм до 932,2 мм; оптична розподільна здатність 1 200 dpi, інтерполяції – 9 600 dpi; три режими кольору – чорно-білий (1 біт, градації сірого (8 біт) і кольоровий (24 біт); три швидкісних режими оцифрування одного аркуша формату A0 з роздільністю 400 dpi – швидкий (чорно-біле зображення за 7 с, кольорове за 15 с), стандартний (11 с / 28 с), якісний (12 с / 29 с) тощо. Цікаво, що виробник цього пристрою позиціонує його на японському ринку як сканер зображень для одягу⁷⁹.

У середині 2023 р. ALIPH Foundation допомогло отримати ЦДНТА України професійний планшетний сканер для оцифрування документів з плівковими носіями Epson Perfection V850 Pro⁸⁰ (рис. 7.14), зважаючи на значний фонд мікрофільмів у цьому архіві, та виконання цього завдання на морально застарілому обладнанні.

На нашу думку, цікавою є ініціатива Національної бібліотеки Чеської Республіки щодо створення мобільних станцій збереження бібліотечних фондів, призначених для консервації, реставрації й оцифрування бібліотечних фондів⁸¹. У 2023 р. ця інституція звернулася до НБУВ і Львівської національної наукової бібліотеки України імені В. Стефаника з пропозицією щодо безоплатного передавання таких станцій для їх застосування щодо порятунку фондів бібліотек, які постраждали й яким загрожує пошкодження або втрата, зважаючи на їх наближення до зони бойових дій. На вигляд така станція представляє собою контейнер, схожий за розмірами на 20-тонний контейнер для морських вантажних перевезень, що може розташовуватися на будь-якому вантажному автомобілі відповідного тоннажу та платформою. За допомогою вантажівки така мобільна станція, на задум чеських колег, може бути направлена до бібліотек, що потребують негайних заходів з рятування, реставрації, консервації, а також оцифрування документів. Для цього мобільна станція оснащена відповідним обладнанням, матеріалами, інструментами, живленням, зокрема автономним, резервуаром для очищення води, а всередині передбачені робочі місця для спеціалістів, які можуть працювати безпосередньо на місці

⁷⁹ A0アパレル専用イメージスキャナ CSX550-09AP. 本体仕様. (=Сканер зображень для одягу формату A0 CSX550-09AP. Технічні характеристики). URL: <https://graphtec.co.jp/product/csx500ap/> (дата звернення: 07.05.2023).

⁸⁰ Повідомлення на офіційній сторінці ЦДНТА України на Facebook від 27.06.2023. URL: <https://www.facebook.com/watch/?v=283657087374557&rdid=BR2pj6q5BBXMAZ4t> (дата звернення: 01.07.2023).

⁸¹ Henderson C. A New Kind of Salvage: The Emergency Container of Cologne. *Journal of Paper Conservation*. 2022. Vol. 23. No. 1. P. 22–33.

розташування інституції, документи якої потребують проведення невідкладних заходів з їх консервації, реставрації й оцифрування. Чеські бібліотекарі мають готові конфігурації станцій двох типів призначення:

– консервації, реставрації документів. За матеріалами, отриманими від Національного архіву Чеської Республіки, у табл. 7.1 наведено пропо-



Рис. 7.14. Професійний планшетний сканер для оцифрування документів з плівковими носіями Epson Perfection V850 Pro

Таблиця 7.1

Приблизний бюджет створення мобільного контейнеру збереження бібліотечних фондів та специфікація окремих позицій*

Тип обладнання	Кіль- кість, шт.	Ціна (CZK), з ПДВ	Всього (CZK), з ПДВ
1	2	3	4
Контейнер з входами для підключення до мереж, сонячною станцією живлення, резервуаром для зберігання або очищення води тощо	1	2 000 000	2 000 000
ВСЬОГО:			2 000 000

* Підготовлено Петрою Вавровою, д.ф.н., інж. відділу захисту бібліотечних фондів Національної бібліотеки Чеської Республіки, станом на 26.04.2023 р. Наводиться з використанням термінології, запропонованої чеськими фахівцями українською мовою.

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4
ІТ обладнання – базове			
Ноутбуки для ведення документації, роботи на місці, обробки даних, пошуку інструкцій, читання методологій тощо	2	32 000	64 000
Ноутбуки для спеціальних програм, що будуть управляти роботою приладів	2	67 000	134 000
Цифрові фотоапарати	2	37 000	74 000
Зчитувачі штрих-кодів	6	1 500	9 000
Планшетний сканер А3	1	58 000	58 000
Носії інформації (зовнішні диски, USB тощо)	10	4000	40 000
Телефони для зв'язку з іншими устано- вами	6	12 000	72 000
Мультифункціональний принтер	1	20 000	20 000
GPS навігатор	6	3 000	18 000
Роздрібні матеріали	1	62 500	62 500
Ручні сканери	2	15 000	30 000
ВСЬОГО:			581 500
Обладнання для фізичних робіт			
Транспортувальні візки	15	8 000	120 000
Візок для палет	1	8 000	8 000
Транспортувальні ящики	60	800	48 000
Ручний візок	2	3 500	7 000
Візок для підйому по сходах	1	2 500	2 500
Мобільні пластини	20	2 000	40 000
Мобільні стелажі	10	6 000	60 000
Мобільні шафи з замком	6	7 000	42 000
Пакувальні та транспортні матеріали	1	150 000	150 000
ВСЬОГО:			477 500
Обладнання – очищення і збереження фондів			
Depulvera – машина для очищення, ав- томатична	1	1 200 000	1 200 000
Spirabilia – машина для очищення, на- півавтоматична	2	750 000	1 500 000

Закінчення табл. 7.1

1	2	3	4
Обладнання для мікробіологічного контролю та ліквідації плісняви	1	2 000 000	2 000 000
Бінокулярні лупи/мікроскопи	1	35 000	35 000
Стерилізаційні автоклави для обробки забрудненого обладнання	1	60 000	60 000
Бутанольна дезінфекційна камера з обладнанням/ Nebula	1	3 500 000	3 500 000
Мобільна фільтраційна установка	2	180 000	360 000
Морозильні бокси	1	25 000	25 000
Фільтрація води методом осмосу	1	25 000	25 000
Сушарки	2	50 000	100 000
Вакуумні пакувальники	2	50 000	100 000
Велика вакуумна машина	1	100 000	100 000
Мобільні склади	6	40 000	240 000
Пилососи для видалення бруду з книг	4	15 000	60 000
Ручні пилососи	2	3 000	6 000
Робочі поверхні (столи)	6	40 000	24 0000
Спеціальні мобільні витяжні шафи	2	140 000	280000
Вимірювальне обладнання та детектори	1	800 000	800 000
Тепловізійні камери	1	100 000	100 000
Інше спеціальне обладнання	1	750 000	750000
Засоби індивідуального захисту (халати, штани, маски, рукавички, респіратори...)	1	100 000	100 000
Набори першої допомоги для бібліотечних фондів та персоналу	2	15 000	30 000
Набір на випадок хімічної аварії	2	15 000	30 000
Витратні матеріали (папір, розчинники, пензлі, пінцети, ножиці, гумки для чищення, ганчірки, картон тощо)	1	300 000	300 000
ВСЬОГО:		1 194 1000	
		РАЗОМ: 15 000 000	

нуєме забезпечення таких станцій із зазначенням орієнтовних цін у чеській кроні, а на рис. 7.15 наведена схема приблизного розташування робочих місць різного призначення для такого типу станцій;

– оцифрування документів (табл. 7.2).

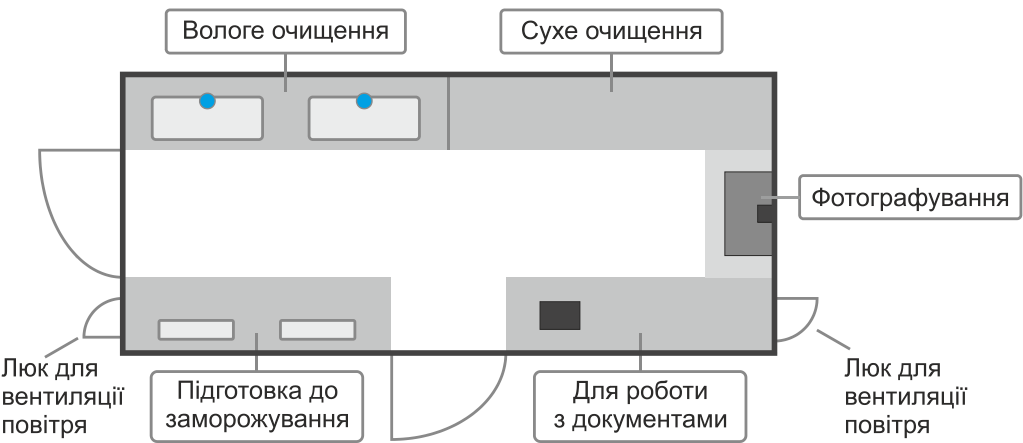


Рис. 7.15. Схема розташування робочих місць у чеській мобільній станції збереження бібліотечних фондів (за матеріалами отриманими від Національної бібліотеки Чеської Республіки)

Таблиця 7.2

Приблизна вартість закупівлі мобільного центру оцифрування та специфікація окремих позицій

Тип обладнання	Кількість, шт.	Ціна (CZK), з ПДВ	Всього (CZK), з ПДВ
1	2	3	4
Контейнер з входами для підключення до мереж, сонячним джерелом живлення, резервуаром для зберігання або очищення води тощо	1	3 000 000	3 000 000
ВСЬОГО:			3 000 000
ІТ забезпечення – базове			
ПК чи ноутбуки для спеціальних програм, що будуть управляти програмами до пристроїв	2	70 000	140 000
Сканери	2	2 000 000	4 000 000
Сховище даних	1	2 000 000	2 000 000
Карти пам'яті	10	10 000	100 000

Закінчення табл. 7.2

1	2	3	4
Телефони для зв'язку	5	15 000	75 000
ВСЬОГО:			6 315 000
Інше обладнання			
Стільці	5	3 000	15 000
Столи	5	10 000	50 000
ВСЬОГО:			65 000
РАЗОМ: 9 380 000			

Розуміючи, що така допомога чеських бібліотекарів і планується безпосередньо за відповідним напрямом діяльності Міністерства культури Чеської Республіки і що вона, першочергово, спрямована на обслуговування мережі бібліотек для оперативного реагування на потреби рятувального, консерваційного і реставраційного характеру та невідкладного виконання відповідних заходів на всій території України протягом 48 годин, що є вирішальним, враховуючи устрій бібліотечної системи України, а також бажання Національної бібліотеки Чеської Республіки звернутися саме до бібліотеки України із національним статусом, керівництвом НБУВ було роз'яснено чеським колегам зазначені особливості та спрямовано до Національної бібліотеки України імені Ярослава Мудрого, що підпорядкована Міністерству культури та інформаційної політики України. Сподіваємося, на успішну реалізацію ініціатив чеських бібліотекарів.

За останні роки розвинувся напрям діяльності, що пов'язаний із залученням сторонніх інституцій, які беруть на себе забезпечення оцифрування документів, в яких вони зацікавлені, на безоплатній основі, з певними умовами подальшого використання ними отриманих цифрових копій. Під забезпеченням оцифрування документів слід розуміти:

- передавання документів цим інституціям;
- оцифрування документів на обладнанні цих інституцій їх співробітниками за вимогами, що висуває розпорядник документами (розподільність, кольоровість, формат даних тощо);
- повернення документів;
- отримання цифрових копій;
- контроль якості цифрових копій відповідно до визначених параметрів;
- отримання допомоги, форма якої визначається умовами співробітництва. Наприклад, інституція, що виконує оцифрування, придбає нове обладнання для оцифрування документів, а по завершенню проєкту пере-

дає безоплатно до бібліотеки, архіву. Важливим чинником подальшого надійного зберігання оцифрованих документів, що підлягали розшиванню, є забезпечення їх зшивання після оцифрування або пакування у коробки або папки, виготовлені із безкислотних матеріалів, що також потребує відповідного забезпечення. Насамперед, до групи документів, що не підлягають повторному зшиванню після оцифрування, відносяться газетні фонди, паперова основа яких не призначена для постійного зберігання, зважаючи, що газетний папір є матеріалом невисокої якості за своїми структурними і фізико-хімічними властивостями: кислотний, нещільний (не більше 45 г/м²), високо макропорний. На такий вибір матеріальної основи для газет впливає стислий час їх затребуваності аудиторією, що часто визначається періодичністю їх видавання (щодня, щотижня) та невисока ціна газетного паперу на ринку, що є оптимальним вибором видавців для задоволення потреб читачів. Окрім матеріального забезпечення, така співпраця може передбачати також грошову допомогу, що, зазвичай, може бути фіксованою або розраховується, виходячи із розміру грошової допомоги за одну виготовлену цифрову копію.

Вочевидь, інформаційною основою будь-яких форм такої співпраці повинні стати юридично значущі документи, оформлені відповідно до чинного законодавства України. Крім угод, між сторонами конкретних проєктів, особливу увагу слід приділити документальному оформленню процесів передавання і повернення оригіналів, що передавалися на оцифрування за межі інституції, в якій вони зберігаються, а також отримання цифрових копій визначеної якості. Найбільш прийнятна форма – це акти.

Для уникнення проблем з передавання оригіналів за межі інституцій і подальшим їх поверненням, зокрема, особливо цінних документів, зважаючи, що така діяльність передбачає масове оцифрування документів, практикується розташування автоматизованих робочих місць операторів інституції, що забезпечує оцифрування, безпосередньо в приміщеннях бібліотек і архівів.

Серед найбільш вдалих інтегруючих проєктів національного рівня можна зазначити LIBRARIA (<https://libraria.ua>), що є найбільшим в Україні архівом української періодики онлайн та інтегрує понад 1 млн цифрових копій сторінок газет і журналів, що видавалися у різних регіонах України та поза її межами до 1950-х рр., із фондів багатьох бібліотек і архівів України різного рівня. Проєкт розпочатий у 2012 р. з оцифрування газетних фондів Державної наукової архівної бібліотеки (м. Київ) та підтримується за рахунок приватної компанії «Архівні інформаційні системи» (AIC), що весь час існування LIBRARIA надавала вільний доступ до цифрових копій періодичних видань, які розміщені на цьому ресурсі. На жаль, з 2024 р., зважаючи на загальну економічну ситуацію в Україні, доступу до

саме цих копій на LIBRARIA стане платним. Разом з тим, розуміючи важливість ресурсу для українських дослідників, компанією AIC планується залишити вільний доступ до ресурсу із локальних мереж низки наукових бібліотек України, зокрема НБУВ, що надасть можливість продовжити роботи у зручній формі з матеріалами LIBRARIA, зокрема наукову, як співробітникам цих установ, так і їх користувачам за допомогою читальських комп'ютерів, розташованих у читальних залах.

Також слід згадати про успішну діяльність Благодійної організації «Благодійний фонд «Меморіал Голокосту «Бабин Яр», що збирає тематично визначений масив документів юдаїки та співпрацює з багатьма бібліотеками й архівами, надаючи безоплатні послуги з оцифрування документів. Зазначимо, що отриману інтегровану цифрову колекцію цей благодійний фонд надає в доступ лише дослідникам юдаїки.

Благодійний фонд «Героїка» з 2008 р. розвиває електронний інформаційний ресурс про учасників визвольного руху та містить імена вояків військ Центральної Ради, Української Держави, Галицької Армії, Української Народної Республіки та співпрацює з Центральним державним архівом вищих органів влади та управління України, Центральним державним історичним архівом України (м. Київ), державними архівами областей, що є основними джерелами інформації, яка у цифровій формі представлена на зазначеному ресурсі.

Однак, найбільших успіхів на сьогодні, саме в межах співробітництва щодо оцифрування фондів сторонніми інституціями на безоплатній основі, досягли державні центральні архіви та державні архіви областей, що активно співпрацюють з іноземними інституціями: організація FamilySearch International (США), яка збирає, досліджує та надає доступ у цифровій формі через власний вебпортал до документів генеалогічного характеру;

Меморіальний музей Голокосту (США), що понад 25 років виявляв документи з історії Голокосту та єврейських громад в Україні у державних бібліотеках і архівах України, з подальшим переведенням їх у цифрову форму, у 2022 р. надав доступ до створеного на їх основі електронного інформаційного ресурсу (<https://www.ushmm.org>), який містить понад 10 млн аркушів архівних документів у цифровому форматі із українських архівів;

Національний Меморіал Катастрофи і Героїзму Яд Вашем (Ізраїль) – центр збереження пам'яті, дослідження та вивчення історії Голокосту, співпраця якого з українськими бібліотеками й архівами розпочалась ще у 1990-х рр. XX ст. Виявлені документи оцифровані та представлені у формі колекцій на офіційному вебсайті центру (<https://www.yadvashem.org/collections.html>);

Інститут досліджень тоталітарних режимів та Архів справ держбезпеки Чеської Республіки з 2020 р. співпрацює з українськими архівами на підставі угоди з Державною архівною службою України. Основна мета співпраці – виявлення, оцифрування та надання доступу до архівних документів онлайн, що стосуються політичних репресій, які мали місце щодо українського та чеського народів у XX ст. (<https://cechoslovacivgulagu.cz/uk/index.html>);

Будапештський столичний архів також співпрацює з Державним архівом Закарпатської області на підставі угоди. Так, у межах цієї співпраці у 2014 р. було оцифровано понад 8 000 кадастрових карт, виготовлених у 1856–1890 рр. у масштабі 1:2 880, які зберігаються в українській інституції. До цифрових копій кадастрових карт надано вільний доступ для дослідників на офіційних вебсайтах обох архівів (<https://maps.arcenum.com/beregovo/>);

Національний архів Угорщини з 2015 р. на підставі угоди співпрацює з Державним архівом Закарпатської області з оцифрування та удосконалення в інтернеті документів першого перепису населення Чехословаччини в 1921 р. у м. Ужгород Підкарпатської Русі (територія сучасного Закарпаття). У межах проєкту створено 135 тис. цифрових копій аркушів із 238 справ, до яких надано вільний доступ онлайн (<https://library.hungaricana.hu/hu/collection/KarpataljaiNepszamlalas1921/>), а також проведено консервацію цих документів;

Польський інститут національної пам'яті співпрацює з українськими архівами на підставі угоди з 2021 р., метою якої є обмін копіями документів, спільне оцифрування архівів і здійснення архівних досліджень.

Вочевидь, інтереси зазначених інституцій щодо оцифрування масивів архівних документів визначаються їх основними напрямками діяльності, а у інституцій національного рівня він спрямований до частини культурної спадщини, що зберігається в Україні, яка стосується історії відповідних країн.

За інформацією, що надано Державною архівною службою України у вересні 2023 р.⁸², «швидкі темпи оцифрування стали можливими за підтримки іноземних партнерів, найбільшим таким партнером, сказав очільник Укрдержархіву, є корпорація FamilySearch International, завдяки співпраці з якою планується робота 100 операторів на 100 камерах, що дозволить за чотири роки оцифрувати майже 100 млн документів». Важливим в оприлюднених цифрах є підтвердження високої продуктивності

⁸² Інтерв'ю Голови Укрдержархіву Анатолія Хромова Польському радіо для України : повідомлення від 30 верес. 2023 р. Офіц. вебпортал Держ. арх. служби України. URL: <https://archives.gov.ua/ua/2023/09/30/інтерв'ю-голови-укрдержархіву-анато-3/>.

роботи операторів з оцифрування документів, що дорівнює 1 000 копій за один робочий день на одному пристрої. Зважаючи, що Кабінетом Міністрів України щороку затверджується норми тривалості робочого часу у мирний час в середньому 250 робочих днів, а під час воєнного стану – 260 робочих днів за рахунок скорочення святкових днів, можна з незначною похибкою для швидкого підрахунку вважати, що за 4 роки маємо 1 000 робочих днів. Одна камера за цей час буде створювати 1 млн копій. Отже, за один день це 1 000 копій. Цей показник продуктивності роботи оператора, фактично його денна норма, підтверджується й досвідом діяльності державних архівів України за попередні роки, наприклад, такі показники продуктивності були досягнуті державним архівом Вінницької області ще понад 10 років тому.⁸³

Разом з тим, маємо й такі альтернативні оцінки швидкості, що, наприклад, наводилися щодо вже згаданого вище сканера ATIZ BookDrive DIY, який, на думку японських колег (2009 р.), може працювати з продуктивністю 1 000 цифрових копій за одну годину⁸⁴. Зазначимо, що за досвідом експлуатації цих сканерів у НБУВ реальні показники значно менші.

7.3. Автоматизація і роботизація сканерів

Розробники сканерів постійно працюють над вирішенням проблеми суттєвого збільшення продуктивності їх роботи, тому на ринку поступово стали з'являтися сканери-роботи, що виключають людину із більшості процесів безпосереднього оцифрування таких об'єктів, як багатоаркушеві рукописи, справи, багатосторінкові друковані видання, виконуючи в автоматичному режимі перегортання аркушів, притискання скла, якщо потрібно, оцифрування, піднімання притискного скла, разом з тим, відбувається, зазначене вище, автоматичне оброблення отриманих цифрових зображень. Оператору залишається лише міняти об'єкти оцифрування, налаштовувати параметри оцифрування та спостерігати за роботою сканеру, здійснювати контроль якості отриманих цифрових копій, зокрема, слідкувати, щоб сканер не захопив більше однієї сторінки. Так, німецька компанія SMA, відомий виробник професійних сканерів, виготовляє цілу

⁸³ Легун Ю. В. Генеалогічні матеріали у фондах Державного архіву Вінницької області та форми роботи з ними. Генеалогія. Збірка наукових праць. Голова редколегії В. А. Смолій; упоряд. В. В. Томазов. Київ: ВД «Простір», 2013. Вип. І. С. 57; Із інтерв'ю директора Державного архіву Вінницької області Ю. Легуна в межах циклу передач «Не очень публичное мнение» від 11.07.2016. Час: 32:47–32:51. URL: https://www.youtube.com/watch?v=D_yS8y_Tu9A (дата звернення: 15.04.2023).

⁸⁴ Scanner «BookDrive DIY» which can scan books for 1000 pages in one hour. Gigazine. May 30, 2006. URL: https://gigazine.net/gsc_news/en/20060530_bookdrive_diy/ (дата звернення: 15.04.2023).

лінійку таких сканерів (<https://www.smascanners.com/en/products/robotic-book-scanner-robo-scan-v2/>): ROBO SCAN 0 (для ручного сканування документів формату A0 і автоматичного – A1), ROBO SCAN 1 (для автоматичного сканування документів формату A1), ROBO SCAN 2 (формат A2+). З детальним порівнянням цих моделей можна ознайомитися за посиланням https://www.smasee.com/wp-content/uploads/2023/04/Brochure_ROBO_SCAN_Range.pdf. Принцип автоматичного перегортання сторінок цими моделями наведено на рис. 7.16.

На рис. 7.17 наведено модель роботизованого книжкового сканера SMA ROBO SCAN V2 для автоматичного оцифрування документів формату A2+ (620 × 420 мм), з продуктивністю в автоматичному режимі до 400 сторінок за годину. Тут важливо звернути увагу на одиниці зберігання. Швидкість зазначена виробником не в оцифрованих зображеннях, а в сторінках, зважаючи, що оцифровується розворот документа, тобто одразу дві сторінки. Разом з тим, сканер має роздільну здатність 600 dpi; може працювати в режимах кольорових зображень з глибиною до 48 біт, у градаціях сірого – до 16 біт і чорно-білих; в режимі повного розгортання на столі (180°) дозволяє оцифровувати документи з розміром корінця до 120 мм; в режимі використання колиски V-форми, з розгортанням до 120°, дозволяє оцифровувати документи з розміром корінця до 150 мм; може працювати в режимі мережевого пристрою з виділенням йому окремої IP-адреси⁸⁵.

Усі роботизовані сканери SMA працюють у двох режимах: автоматичному і ручному. Забезпечують достатньо яскравий світловий потік, щоб забезпечити виготовлення цифрових копій високої якості незалежно від зовнішнього освітлення. Для зменшення впливу випромінювання на документи, особливо об'єкти історико-культурної спадщини, із процесу сканування виключено інфрачервоне й ультрафіолетове випромінювання. Застосовується двонаправлене сканування (bidirectional scanning), коли плоска поверхня об'єкта, що оцифровується, умовно розділяється на смуги, частина яких вибірково оцифровується під час руху скануючого елемента в одному напрямі, інша частина – під час зворотного руху скануючого елемента (рис. 7.18). Існують різні варіанти вибіркової складових, на які умовно розділяється поверхня. Достатньо детально про це викладено у спільній праці (2021 р.) Хаолін Цзя (Haolin Jia), Хуа Сун (Hua Sun), Хунзе Ван (Hongze Wang), І Ву (Yi Wu) та Хаовей Ван (Haowei Wang)⁸⁶.

⁸⁵ Brochure ROBO SCAN V2. Official website of SMA Electronic Document GmbH. URL: <https://www.smascanners.com/en/wp-content/uploads/sites/4/2019/12/Brochure-ROBO-SCAN-V2-3.pdf> (дата звернення: 15.04.2023).

⁸⁶ Jia H., Sun H., Wang H. et al. Scanning strategy in selective laser melting (SLM): a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2021. Vol. 113. P. 2413–2435. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-06810-3>.

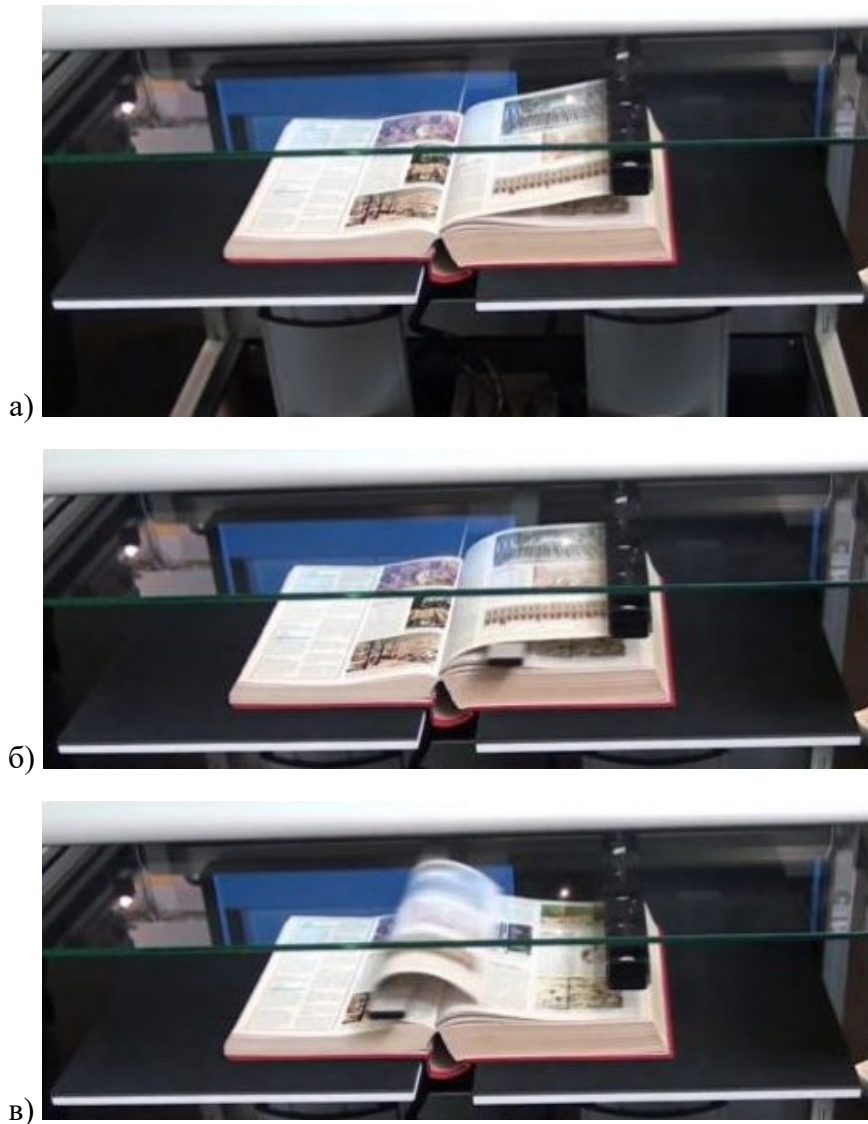
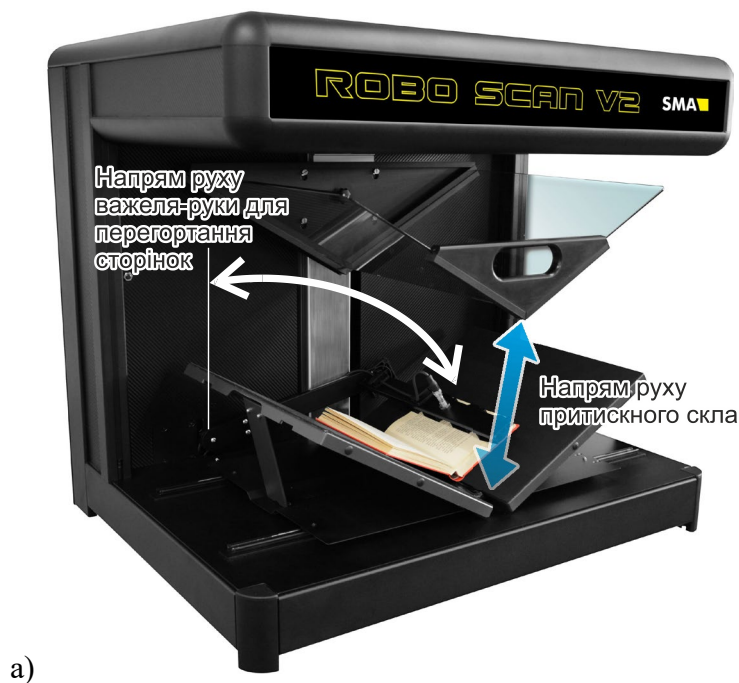


Рис. 7.16. Принцип автоматичного перегортання сторінок роботизованими книжковими сканерами із серії SMA ROBO SCAN з номерами моделей 0–2: а) перший важіль (праворуч) для захвату сторінки; б) другий важіль рухається під піднятою сторінкою (праворуч біля корінця); в) перегортання сторінки за рахунок руху другого важеля⁸⁷

⁸⁷ SMA Roboscan – Automatic Book Scanner : Video. Youtube channel of the Genus Archive Digitise. URL: https://www.youtube.com/watch?v=wIqV7ZB_JPE (дата звернення: 15.04.2023).



*Рис. 7.17. Роботизований книжковими сканер SMA ROBO SCAN V2:
а) схематичне позначення руху роботизованих механічних складових
(модифікація без панелі керування); б) перегортання сторінки
рукою-маніпулятором (модифікація з панеллю керування,
на рисунку жовтого кольору)⁸⁸*

⁸⁸ Burkel, A. ROBO SCAN V2 : Video. Official website of Analogue Imaging (premier distributor of SMA scanning and archiving equipment scanners in USA). URL: <https://www.analogueimaging.com/robotic-scanners/> (дата звернення: 15.04.2023).

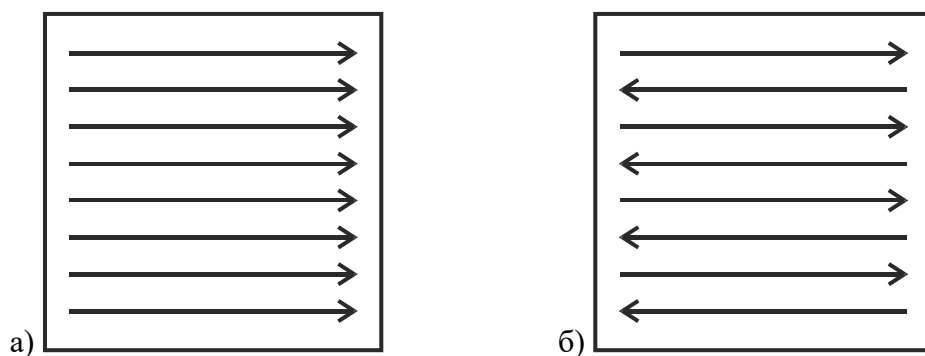


Рис. 7.18. Різні типи сканування: а) одностороннє (unidirectional); б) двостороннє

У багатьох користувачів, на перший погляд, виникають сумніви, що ці сканери дозволяють забезпечити делікатне дбайливе оцифрування рукописної і документальної історико-культурної спадщини, зокрема, особливо цінних документів. Проте виробник позиціонує свої сканери саме в сегменті для такої категорії документів. Основою роботизації сканера SMA став робот-маніпулятор *robolink* з трьома ступенями свободи (3 of Degrees Of Freedom, 3DOF) від компанії *Igus* і самопрограмована система керування на базі програмованого логічного контролера (programmable logic controller, PLC), що має високу точність для застосування⁸⁹. Обережний захват сторінок виконує всмоктувач повітря, що є власною розробкою компанії SMA, яка була інтегрована в руку робота (рис. 7.19).

Власна запатентована технологія повітряної призми 60°, що призначена для безконтактного перегортання сторінок (рис. 7.20), використовується в автоматизованих системах для масового оцифрування документів (mass digitization system, MDS) австрійського виробника *TREVENTUS Mechatronics GmbH*, а саме у сканері *ScanRobot 2.0 MDS*⁹⁰ (рис. 7.21), що забезпечує, за визначенням виробника, сканування без тиску (невагомий режим) для документів, які потребують максимально делікатного відношення. Для оцифрування рукописів і книг за допомогою сканера *MDS TREVENTUS* достатньо їх розкрити всього на 60°, на відміну від інших сканерів, в яких застосовуються кути розгортання 120° або 180°. Сканер

⁸⁹ *robolink articulated arm robot. igus*. URL: <https://www.igus.eu/robolink/robot-arms> (дата звернення: 15.04.2023).

⁹⁰ *ScanRobot 2.0 MDS. Automatic book scanner. Official Official website of the TREVENTUS Mechatronics GmbH*. URL: <https://www.treventus.com/scanner/automatic-book-scanner> (дата звернення: 15.04.2023).

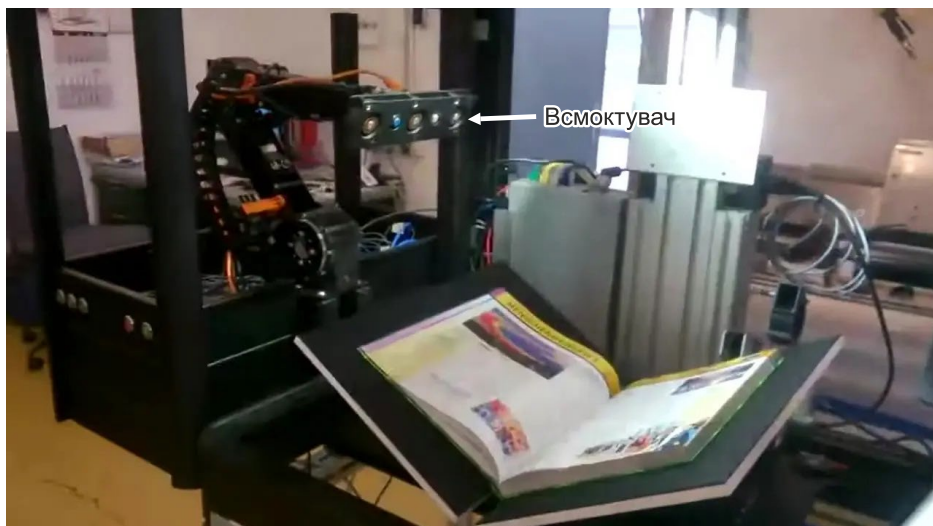


Рис. 7.19. Лабораторний зразок автоматичного перегортувача сторінок SMA⁹¹



а)



б)

Рис. 7.20. Сканування розвороту розкритої книги на 60° і автоматичне перегортання сторінки за один прохід призми фірми TREVENTUS:
а) процес в цілому; б) стан скануючого елемента призми під час її застосування

⁹¹ Robotic scanning of books. RBTX by igus. URL: <https://rbtx.com/en-US/solutions/sma-electronic-document-robotic-book-scanner-3dof-robot-arm-suction-tool> (дата звернення: 15.04.2023).

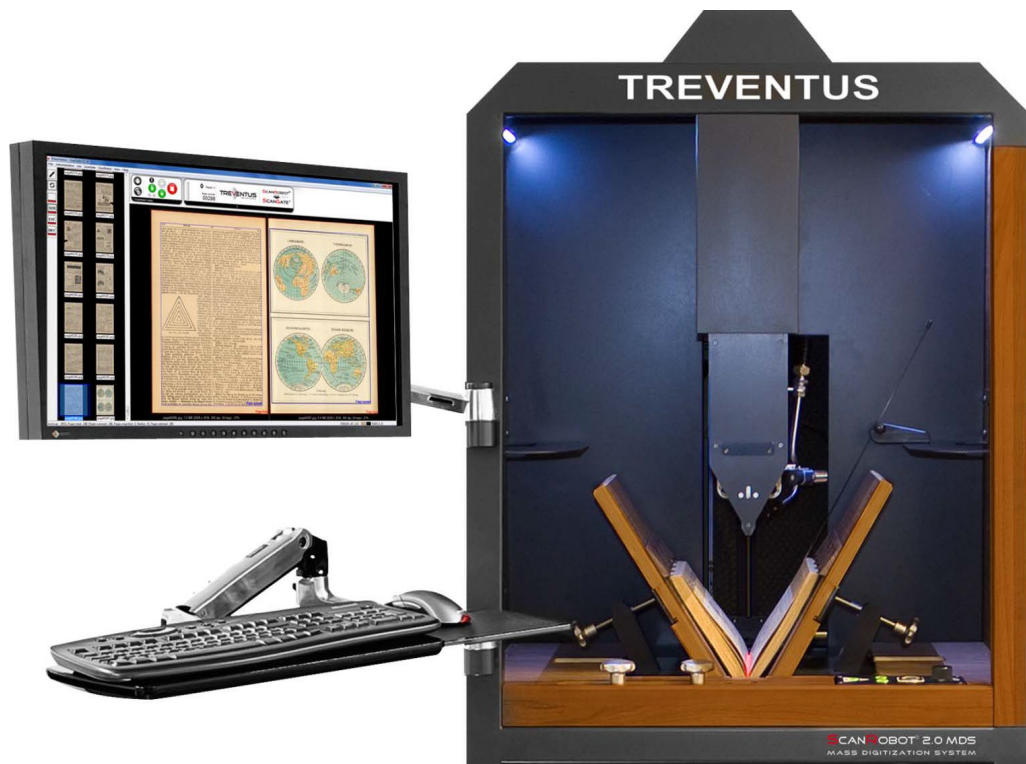


Рис. 7.21. Роботизований сканер TREVENTUS ScanRobot 2.0 MDS

забезпечує продуктивність понад 2 500 сторінок на годину, роздільну здатність 400 dpi, працює у трьох режимах: кольоровому з глибиною 24 біт, градації сірого – 8 біт, чорно-білому, не потребує притискового скла. Поставляється з фірмовим програмним забезпеченням для автоматизованої обробки сканованих зображень, зокрема, автоматичного. На якість зображення не впливає зовнішній світ. Світові потоки не містять інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань. Може впоратися з усіма видами матеріалів, із яких виготовлені сторінки (аркуші), а також пошкодженими кислотністю та хвилястими. На щільність обмежень не встановлено, що дає змогу оцифровувати у такий спосіб і обкладинки, але надається рекомендація виробника, що краще, якщо щільність паперу вкладається в діапазон від 40 до 260 г/м². Максимальний розмір для оцифрування 35,5 × 34,0 см, що не дотягує до A2, але, для порівняння, більше за розмір усіх основних сучасних форматів друку (http://www.ukrbook.net/zakony/G_5773-90.htm), крім 84 × 108/8 (максимальний розмір 265 × 410 мм).

Представлені на ринку роботизовані моделі сканерів, без сумніву, мають високі перспективи подальшого розвитку та поширення їх застосування в різних інституціях, зважаючи на поєднання трьох найважливіших

чинників для оцифрування фондів історико-культурної спадщини: дбайливе ставлення до одиниць зберігання, висока якість, надзвичайна продуктивність. Четвертий чинник, що потребує окремого обговорення – це ціна. Ціни на роботизовані сканери такі, що є значно меншими за ціни на професійні книжкові нероботизовані сканери інших виробників, наприклад, згаданих вище моделей компанії Zeutschel. При фактично ідентичних можливостях щодо забезпечення високої якості, такого устаткування, як колиска, керування притискним склом, програмного забезпечення для автоматичного оброблення отриманих цифрових зображень, що застосовується для ручного сканування, функція роботизації, що дозволяє виконувати сканування автоматично та в рази збільшити продуктивність виробництва цифрових копій, робить роботизовані сканери, на нашу думку, економічно вигіднішим придбанням.

Якщо порівнювати наведені вище сканери з більш дешевим сегментом ринку сканерів, наприклад, поширених в інституція України за останні роки, згадуваних вище сканерами CZUR M3000 Pro V2, то розрахунок економічної ефективності переконливо свідчить про переваги роботизованих сканерів. Так, для забезпечення за допомогою недорогих сканерів, які можуть забезпечити належну якість цифрових копій, сукупної продуктивності, що буде дорівнювати одному роботизованому, слід придбати 4–5 таких недорогих пристроїв, зважаючи, що автоматизація процесів на цих сканерах гірша за професійні книжкові сканери. Їх загальна вартість буде приблизно дорівнювати вартості одного роботизованого сканера. Однак, для обслуговування цих недорогих сканерів слід буде задіяти додаткових операторів, хоча б по одному на один сканер, що стане додатковим навантаженням на фонд заробітної плати інституції (додатковими витратами). Застосування таких методів оцифрування є наочним прикладом впровадження Індустрії 4.0⁹² в діяльність бібліотек.

Для гортання сторінок застосовуються і принципово інші підходи, наприклад, суто механічні, із застосуванням роликів, які безпосередньо контактують із поверхнею сторінки. Є модифікації роликів систем із застосуванням для контактування із сторінкою документа елементів, що нагадують пальці людини. Однак, конструктивні особливості таких пристроїв можуть заважати процесу оцифрування, коли вони з певною періодичністю можуть потрапляти в зону оцифрування, виконуючи і прижимну функцію. Такі методи не є дбайливими та часто призводять до зминання сторінки, отже, імовірного зіпсування її стану і, навіть, пошкодження. Крім того, такі способи не є швидкісними, зважаючи, що вони прийшли в

⁹² Шваб К. Четверта промислова революція. Формуючи четверту промислову революцію. Переклад з англ.: Н. Климчук, Я. Лебеденко. КСД: Харків, 2019. 416 с.

індустрію оцифрування із систем перегортання сторінок, наприклад нот, де швидкість і точність не мають вирішального значення. На науковій конференції у Токіо в 2013 р. групою японських дослідників був представлений експериментальний зразок швидкісного сканера з делікатним гортанням сторінок. Дослідники зазначали високу швидкість для систем гортання на основі всмоктування у 20–50 сторінок за хвилину. Зазначимо, що представлений вище сучасний модельний ряд фірми SMA, через 10 років потому, дозволяє оцифровувати із швидкістю приблизно 7 сторінок за хвилину, виходячи із заявлених їх виробником 400 сторінок за годину. Однак, японські дослідники-експериментатори визначили для себе завдання досягнути швидкості у 300 копій за хвилину⁹³. Запропонований принцип гортання сторінок ґрунтується на застосуванні направленого потоку повітря під ту сторінку, що потрібно перегорнути, як наведено на рис. 7.22.

Фактично це нагадує ситуацію, коли сторінки розкритої книги дуже швидко перегортаються поривом вітру або утворенням сильного протягу. Для керування процесом застосовується еластичність паперу, щоб відновити його форму після викривленого стану за допомогою утвореного пориву повітря. Хоча розробники запевняють, що метод повністю безконтактний, це не зовсім так. Їм довелось створити механічну систему контролю точного відділення під дією направленого повітря всього однієї сторінки, а також утримання усіх інших. Для цього використовується повітряний циліндр, що синхронно рухає притискачі для утримання сторінок у трохи вигнутому стані їх країв із силою приблизно 40 Н, і лопатки, яка виштовхує верхню сторінку. Дослідникам вдалось забезпечити високу точність головки перегортання / притискання сторінок з кроком 2 мкм і рухом для оцифрування документів з корінцями до 5 см. Крім того, розробникам довелось додати в конструкцію делікатний фіксатор для остаточного розрівнювання перегорнутих сторінок.

Важливу методичну, матеріальну та організаційно-консультативну допомогу українським бібліотекам і архівам із збереження культурної спадщини, зокрема її оцифрування, надає ЮНЕСКО. Так, вже 18 березня 2022 р., ЮНЕСКО було створено Комітет із захисту культурних цінностей на випадок збройного конфлікту та схвалено запит України про міжнародну допомогу у розмірі 50 000 дол. США для маркування культурних

⁹³ Watanabe Y., Tamei M., Yamada M., Ishikawa M. Automatic Page Turner Machine for High-speed Book Digitization. IEEE/RSJ International Conference on *Intelligent Robots and Systems, IROS 2013*. Tokyo, Japan, November 3–7, 2013. P. 272–279. DOI: <http://dx.doi.org/10.7210/jrsj.31.712>.

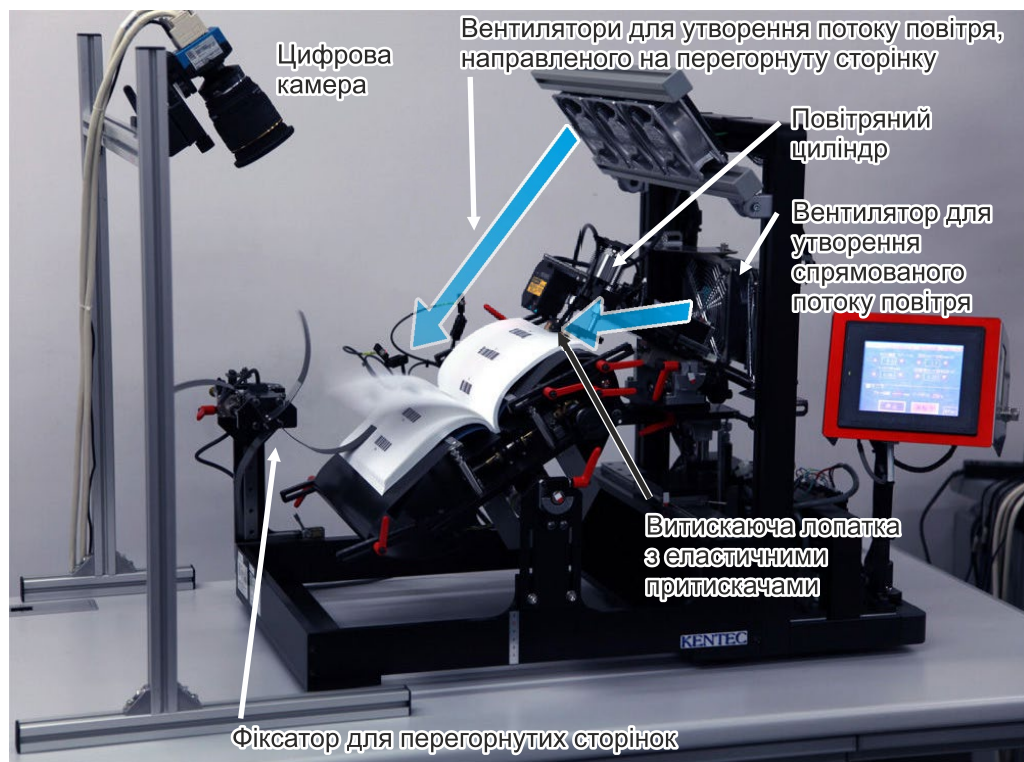


Рис. 7.22. Експериментальний зразок роботизованого сканера KENTEC з повітряною автоматизованою системою перегортання сторінок

цінностей, створення сховищ для них та їх охорону на місцях, а також створення цільової групи для координації надзвичайних заходів усередині країни⁹⁴. Щодо оцифрування рукописної та документальної історико-культурної спадщини, то, до прикладу: під егідою ЮНЕСКО з 2009 р. розпочався міжнародний проєкт зі створення електронного інформаційного ресурсу з реконструкції документальної спадщини та книжкових зібрань Радзивілів, до якого увійшли документи із багатьох архівів і бібліотек Австрії, Білорусі, Ватикану, Литви, Німеччини, Польщі, РФ, Швеції. На сьогодні цей ресурс доступний під назвою «Документальна спадщина Речі Посполитої» (https://cdiak.archives.gov.ua/baza_rech_pol/).

⁹⁴ Follow-up to decisions and resolutions adopted by the Executive Board and the General Conference at their previous sessions, Part I: Programme issues, F. UNESCO's actions and emergency assistance programme for Ukraine. September 9, 2022. Code 215 EX/5.I.F. UNESCO. Executive Board, 215th. 2022. P. 15. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382684?posInSet=1&queryId=081e2545-76da-42fb-9d10-c656cb4e89c5> (дата звернення: 15.10.2022).

У 2023 р. ЮНЕСКО запланувало виділення \$1,5 млн на цифровізацію культурної спадщини України⁹⁵.

7.4. Національна електронна бібліотека України

Крім того, у 2023 р. за підтримки ЮНЕСКО й IFLA розпочалось створення Національної електронної бібліотеки України⁹⁶. Слід зазначити, що це не перша спроба створення такого електронного інформаційного ресурсу. Однак, багато заходів у межах цього проєкту планується виконувати саме з оцифрування, насамперед, рукописної та документальної історико-культурної спадщини, що зберігається у бібліотеках, архівах і музеях. У 2023 р. заплановано, як перший крок, підготувати проєкти концепції, положення та регламенту функціонування Національної електронної бібліотеки України. Як було декларовано в усній формі, перші два документи планується подати від Міністерства культури та інформаційної політики України на розгляд і відповідно схвалення розпорядженням та затвердження постановою Кабінету Міністрів України. Інше документальне забезпечення буде затверджено відповідними наказами цього міністерства. Для реалізації цих планів наказом Міністерства культури та інформаційної політики України від 01.03.2023 № 96 було створено тимчасову робочу групу з питань створення Національної електронної бібліотеки України, до складу якої увійшли і співробітники багатьох державних органів, бібліотек, архівів і музеїв із сфери управління Міністерства культури та інформаційної політики України, Міністерства освіти і науки України, НАН України, Державної архівної служби України, зокрема співробітники НБУВ, а також Всеукраїнської громадської організації «Українська бібліотечна асоціація».

На нашу думку, важливим пунктом у зазначеному наказі є підготовка орієнтовного бюджету створення Національної електронної бібліотеки України, що дозволить у майбутньому здійснювати реальні заходи, зокрема із забезпечення оцифрування рукописної та документальної культурної спадщини, що, вочевидь, стане основним інформаційним масивом майбутнього електронного інформаційного ресурсу.

⁹⁵ ЮНЕСКО виділяє \$1,5 млн на цифровізацію культурної спадщини України : повідомлення від 31 трав. 2023 р. Офіц. вебпортал Кабінету Міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/yunesko-vydiliaie-15-mln-na-tsyfrovizatsiiu-kulturnoi-spadshchynu-ukrainy> (дата звернення: 05.06.2023).

⁹⁶ Початок проєкту створення Національної електронної бібліотеки України за підтримки ЮНЕСКО та ІФЛА : повідомлення від 17 лют. 2023 р. Офіц. вебсайт Української бібліотечної асоціації. URL: <https://ula.org.ua/novyny-ta-podii/novyny/5078-pochatok-proiektu-stvorennia-natsionalnoi-elektronnoi-biblioteki-ukrainy-za-pidtrymky-yunesko-ta-ifla> (дата звернення: 01.03.2023).

Першу редакцію проекту концепції Національної електронної бібліотеки України було підготовлено та представлено на розгляд тимчасової робочої групи у жовтні 2023 р. Авторами тексту виступили працівники Національної бібліотеки України імені Ярослава Мудрого й Української бібліотечної асоціації. Співробітниками НБУВ Ю. С. Ковтанюком і К. В. Лобузіною (членом тимчасової робочої групи) було надано зауваження та пропозиції до тексту цього документа і проведено робочу зустріч з авторами його тексту до чергового засідання тимчасової робочої групи. Така зацікавленість авторів проекту концепції у співпраці з НБУВ є зрозумілою, зважаючи, що НБУВ являє собою найбільше в Україні сховище об'єктів історико-культурної спадщини національного та світового рівня. На жаль, проект концепції на час підготовки цього видання, на кінець 2023 р., на нашу думку, не відповідав функціям і завданням сучасного інтегруючого електронного інформаційного ресурсу національного значення, що дозволило би організувати консолідовану роботу над його створенням та подальшим наповненням на постійній основі багатьом інституціям із різних галузей діяльності та сфер управління. Головне зауваження від фахівців із НБУВ було, що в запропонованій архітектурі майбутньої Національної електронної бібліотеки України не тільки не розкрито проблему автоматизації каталогізації, описування інформаційних об'єктів, як інформаційної основи системи, яка претендує на об'єднання одиниць зберігання різного типу та / або із різних галузей, ця проблема взагалі не була визначена. Сучасний етап розвитку подібних систем у світі, з функціонуванням яких протягом 2023 р. знайомилися співробітники Національної бібліотеки України імені Ярослава Мудрого й Української бібліотечної асоціації в численних закордонних відрядженнях, про що свідчать повідомлення на офіційних інтернет-ресурсах, доводить, що проблема визначення структури і змісту метаданих відповідно до міжнародних стандартів та реалізації інструментів для їх оброблення є ключовою. Разом з тим, її вирішення дозволяє інтегрувати в таких ресурсах, як Національна електронна бібліотека України, інформаційні об'єкти із різних галузей діяльності та уніфікувати процеси для консолідованої діяльності інституцій цих галузей щодо створення єдиного інформаційного ресурсу. Натомість, проект концепції визначив відтермінування вирішення цієї проблеми, пропонуючи зосередитися на оцифруванні фондів бібліотек, архівів і музеїв для створення із цифрових копій репозитарію та побудови так званої «системи довготривалого збереження», в якій повинні зберігатися цифрові копії оригіналів високої якості. Можна погодитися з прагненням авторів концепції Національної електронної бібліотеки України забезпечити зберігання історико-культурної спадщини України шля-

хом її масового якісного оцифрування та забезпечення збереження отриманих цифрових копій. Разом з тим, документ розглядає систему довготривалого зберігання лише у варіанті централізованої системи. Однак, існують і децентралізовані підходи до створення подібних систем та успішні реалізації такого підходу у світі. Отже, в аналізі цієї проблеми відсутній розгляд недоліків і переваг різних підходів, зазначення світового досвіду та порівняльний аналіз цих підходів. Представлений проєкт концепції визначив безальтернативне створення «надійної централізованої системи довготривалого зберігання електронних документів». Крім того, наданий на розгляд проєкт розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції створення Національної електронної бібліотеки України» передбачає термін розроблення і подання до Кабінету Міністрів України плану заходів щодо створення та впровадження Національної електронної бібліотеки України, а саме до 01 лютого 2024 р., зважаючи, що у проєкті Концепції зазначено про послідовність реалізації концепції, що «відбуватиметься у чотири етапи: підготовчий етап (2024–2025 рр.), етап впровадження (2026–2027 рр.), етап формування та інтеграції (2028 р.), етап підтримки та розвитку (2029 р.)». Відповідно до подальшої деталізації цих етапів, масове оцифрування фондів бібліотеками, архівами і музеями передбачається розпочати у 2028 р. Однак, не визначається розв’язання проблеми «щодо відсутності єдиного підходу до оцифрування об’єктів національного надбання». Зважаючи на суттєве збільшення темпів оцифрування фондів бібліотеками, архівами і музеями у 2023 р. та планами цих інституцій на подальше збільшувати ці темпи відповідно до отриманої міжнародної допомоги, про яку зазначено вище, постійно зростаючи в обсягах українські цифрові колекції історико-культурної спадщини так і будуть залишатися неуніфікованими. На нашу думку, концепція Національної електронної бібліотеки України повинна визначати напрями вирішення цієї проблеми в цілому, це стосується дій щодо інтегрування усіх наявних цифрових колекцій для отримання можливості їх інтегрування до національного електронного інформаційного ресурсу.

Як зазначалося вище, проблема обробки метаданих у проєкті концепції Національної електронної бібліотеки України не розкрита, а наведена схема архітектури майбутньої системи, в якій її складові представлені у формі окремих модулів та їх зв’язків, ще більше ускладнює сприйняття задумів авторів щодо розв’язання проблеми метаданих. Поетапність реалізації концепції передбачає створення та введення в експлуатацію саме цих модулів. Характерним недоліком ми вважаємо створення інформаційно-пошукової системи до репозитарію і, навіть, інтеграцію цифрових копій в інші інформаційні ресурси, зокрема європейської циф-

рової бібліотеки Europeana (<https://www.europeana.eu>), відокремлено від позначеного на схемі модуля «Центральний каталог», створення якого передбачається згодом, тому він окреслений штриховою лінією. На нашу думку, цей модуль є основним щодо інформаційного забезпечення функціонування Національної електронної бібліотеки України, а його створення повинно розглядатися як складова більш комплексної проблеми щодо визначення структури і змісту метаданих системи в цілому, що також повинно стати інформаційною основою для інформаційно-пошукової системи та функціонування таких протоколів як OAI-PMH, які зазначені на схемі як основна форма обміну даними з іншими інформаційними ресурсами. Системний підхід до визначення структури і змісту метаданих Національної електронної бібліотеки України дозволить керувати процесом поетапної реалізації програмних інструментів щодо опрацювання цих метаданих. Інакше, можна отримати проблему перероблення попередньо реалізованих модулів, зважаючи на відсутність узгодженості їх функціонування з іншими модулями, а також уведення в обіг науково не досліджених документів, що може породити поширення нефахового їх опрацювання, яке особливо чутливе для досліджень історико-культурної спадщини.

Також слід звернути увагу на термінологію, застосовану у проєкті Національної електронної бібліотеки України. Так, зазначене вище поняття «електронний документ», застосовується авторами проєкту для позначення основної інформаційної одиниці, що додається, ідентифікується, обробляється та до якої надається доступ у Національній електронній бібліотеці України. Разом з тим це поняття має визначення на рівні Закону України «Про електронні документи та електронний документообіг» та широко застосовується саме в такому значенні в багатьох інших нормативно-правових актах України. Крім того, електронні документи постійного строку зберігання за експертизою цінності віднесені до Національного архівного фонду, який, безсумнівно, являє собою важливу складову документальної історико-культурної спадщини України. Отже, вважаємо некоректним застосовувати поняття «електронний документ» до всіх інформаційних об'єктів, із яких планується формувати Національну електронну бібліотеку України. Склад і властивості таких об'єктів також повинні бути досліджені в межах запропонованої Концепції, що, вочевидь вплине на визначення структури і змісту метаданих цієї системи.

На жаль, проєкти інших документів, підготовку яких передбачалось у межах діяльності тимчасової робочої групи з питань створення Національної електронної бібліотеки України, створено у 2023 р. не було або вони не розглядалися на засіданнях цієї групи. Сподіваємося, ці документи будуть підготовлені та в них будуть враховані зауваження і пропозиції співробітників НБУВ.

7.5. Міжнародні ініціативи щодо інтегрування інформаційних ресурсів історико-культурної спадщини

Для покращення доступу і використання інформації про історико-культурну спадщину відбувається консолідування зусиль багатьох інституцій для створення єдиного інформаційного простору для дослідників і всіх зацікавлених користувачів. Консолідація інституцій може відбуватися в межах окремої галузі; в межах однієї країни, наприклад, на міжгалузевому рівні; на національному рівні, як розглянутий вище проєкт щодо створення Національної електронної бібліотеки України; на міждержавному рівні, зокрема, в межах союзу держав, наприклад ЄС. Результатом такої взаємодії, зазвичай, є один електронний інформаційний ресурс, наприклад, у формі вебпортала, або низка таких ресурсів, що утворюють такий єдиний простір і функціонують за єдиними правилами. У загальному розумінні взаємодію інституцій із різних країн для консолідування їх зусиль щодо створення спільних електронних інформаційних ресурсів, інформація яких доступна онлайн, з недавніх пір прийнято називати транскордонною. Тобто над створенням ресурсу, що розташований в конкретній країні, можуть працювати фахівці із інших країн. Те саме притаманне і для інших видів діяльності, насамперед, в ЄС.

Незважаючи, що такі проєкти першочергово спрямовані на забезпечення доступу користувачів до потрібної інформації, слід зазначити, що їх розвиток сприяє збереженості фондів і унормуванню діяльності різних інституцій щодо оцифрування своїх фондів. І тут ідеться не тільки про створення цифрових копій документів, а вирішення проблеми надання їх в доступ, що неможливо без створення метаданих до них, зокрема для забезпечення їх внутрішнього обліку. Без описової інформації об'єктів історико-культурної спадщини у формі метаданих неможливо організувати онлайн доступ до них, їх упорядкування, надання користувачам хоча б простої за своїм функціоналом інформаційно-пошукової системи. Внутрішні облікові метадані забезпечують швидкий пошук цифрових копій в інформаційно-комунікаційних системах інституцій і надання доступу до них співробітникам цих інституцій. Наявність цифрових копій без доступу до них або з ускладненим доступом з причини відсутності чіткового їх обліку, не сприяє забезпеченню збереженості оригіналів. Фактично така ситуація нічого не змінює у виконанні основних завдань бібліотек і архівів щодо зберігання фондів і надання документів в користування. Разом з тим, оцифрування без метаданих є додатковим навантаженням на співробітників, що потребує значного забезпечення, але не призводить до тої так званої цифрової трансформації їх діяльності. Ускладнений пошук наявних цифрових копій, що потребує чималого часу, може призводити до

прийняття рішення щодо повторного оцифрування одиниць зберігання, коли вирішальним стає не збереженість оригіналів, а швидкість надання інформаційних послуг інституцією, яку слід забезпечити з будь-яких причин.

Найбільш відомим на сьогодні електронним інформаційним ресурсом історико-культурної спадщини з наданням вільного доступу онлайн, є вже згадана вище Європіана (Europeana), але це не єдина подібна ініціатива у світі щодо організації консолідованої транскордонної діяльності різних інституцій Європи.

Так, у 2019 р. 27 країн-членів ЄС підписали Декларацію про співробітництво для просування оцифрування культурної спадщини (Declaration of cooperation on advancing digitisation of cultural heritage) задля консолідування зусиль з використання найсучасніших цифрових технологій з метою подолання ризиків, з якими стикається багата культурна спадщина Європи⁹⁷.

Ініціатори проєкту спрямовують його на повторне використання оцифрованих культурних ресурсів для сприяння розширенню аудиторії користувачів, надання доступу і відтворення інформації за допомогою інноваційних технологій та створення впливу на інші сектори діяльності, що забезпечить використання в них інформації про культурну спадщину.

Серед основних напрямів діяльності декларації визначено: загальноєвропейська ініціатива 3D-оцифрування артефактів культурної спадщини, пам'яток і місць, а також посилення міжгалузевого і транскордонного співробітництва та розбудови потенціалу в секторі оцифрованої культурної спадщини.

Інтеграційним ресурсом було визначено Європіана, що оголошена спільноєвропейським простором даних культурної спадщини (Common European Data Space For Cultural Heritage). За відомостями вебпортала Єврокомісії (<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-proposes-common-european-data-space-cultural-heritage>): на 10 листопада 2021 р. Європіана надавала доступ до понад 50 млн цифрових документів (digital records) із колекцій тисяч культурних установ по всій Європі. Цей цифровий контент складався на 97,5% із зображень і текстів. Лише 2,47% складав аудіовізуальний контент, а у 3D – 0,03%. Держави-члени ЄС, що підписали директиву, планували значне збільшення 3D-ресурсів у складі Європіани.

Загальна сума інвестицій ЄС в дослідження та інновації щодо передових технологій оцифрування, цифрового керування й культурних проєктів на час підписання декларації склала 265 млн євро.

⁹⁷ EU Member States sign up to cooperate on digitising cultural heritage. Official webportal of the European Commission. April 9, 2019. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage> (дата звернення: 01.03.2023).

Європіана поділяє контент за його якістю. Для визначення якості цифрового контенту було розроблено низку вимог, що дозволяють класифікувати цифрові матеріали за їх якістю. Для цього вводяться так звані рівні (tier) якості. На сьогодні в Європіані розрізняють п'ять рівнів якості контенту (ContentTier) від 0 (найнижча) до 4 (найвища) і три рівні метаданих, що позначаються літерами A, B, C⁹⁸.

Кожен рівень визначає, з якою метою буде використовуватися Європіана:

0 – контент дуже низької якості (very low quality), як-от елементи з непрацюючими посиланнями або вміст із дуже низькою роздільністю, буде приховано, а відповідальному постачальнику даних або агрегатору буде повідомлено та підтримано його у вживанні заходів для виправлення стану⁹⁹;

1 – лише з метою пошуку інформації про цей контент на Європіані. Додаються посилання безпосередньо на контент або вебсайт, на якому можна отримати до нього доступ;

2 – вітрина, яка передбачає вбудовування контенту в Європіану або використання прямого посилання на цей контент за вимогами Європіани щодо його відтворення, що дозволяє використовувати доданий контент як частину тематичних колекцій і зробити його більш доступним на Європіані;

3 – платформа розповсюдження для некомерційного повторного використання, яка передбачає використання Європіани як платформи розповсюдження, що надає доступ до доданого контенту приватним особам, освітянам і дослідникам. Для цього слід дотриматися вимог рівня 2 і забезпечити цей контент одним із семи заяв про права, що дозволяють повторне його використання: чотири ліцензії Creative Commons (CC BY-NC, CC BY-ND, CC BY-NC-SA, CC BY-NC-ND) – <https://creativecommons.org>; три стандартизовані заяви про права на культурну спадщину в інтернеті (NoC-NC, NoC-OKLR, InC-EDU) – <https://rightsstatements.org>;

4 – безкоштовне повторне використання, що передбачає додавання до вимог, визначених для рівнів 2 і 3, додавання заяви про право безкоштовного повторного використання контенту за ліцензіями Creative Commons (PDM (універсальна), CC BY, CC BY-SA, CC0).

Ці рівні застосовуються окремо до таких типів контенту: текст (text), зображення (image), аудіо (audio), відео (video) і 3D. Для кожного

⁹⁸ Scholz H., Ciocoiu A. Content & Metadata Tiers. Europeana Knowledge Base. January 13, 2022. URL: <https://europeana.atlassian.net/wiki/spaces/EF/pages/2059829253/Content+Metadata+Tiers> (дата звернення: 01.03.2023).

⁹⁹ Europeana strategy 2020–2025. Empowering digital change. Publications Office of the European Union. 2020. P. 32. DOI: <https://doi.org/10.2759/909020>.

типу надаються конкретні рекомендації щодо підготовки матеріалів за відповідними рівнями використання Європіани.

Якість метаданих визначається за трьома критеріями: мова (language), активні елементи (enabling elements) та контекстуальні класи (contextual classes). За рівнями А, В, С оцінюється кожен критерій окремо. Загальний рівень метаданих визначається за рівнями трьох зазначених критеріїв за правилом «найменшого рівня». Наприклад, якщо один критерій метаданих досягає рівня С, а інший критерій досягає рівня А, то загальний рівень буде А. Детально вимоги до структури і змісту метаданих Європіани, рекомендації щодо їх підготовки та особливості для кожного рівня наведені у базі знань Європіани¹⁰⁰.

Для практичної реалізації намірів, визначених у 2019 р., в Декларації про співробітництво країн ЄС для просування оцифровування культурної спадщини Єврокомісія у листопаді 2021 р. видала Рекомендації про спільний європейський простір даних для культурної спадщини¹⁰¹. На нашу думку, цікавим є додаток до цих рекомендацій, що фактично являє собою план поетапного наповнення Європіани оцифрованими матеріалами до 2025 р. на 27% і 2030 р. ще на 29%, що повинно забезпечити збільшення обсягу контенту Європіани за 10 років майже вдвічі (на 94%). Обсяги цифрових матеріалів для кожної держави-члена ЄС, що підписала директиву, визначаються пропорційно чисельності населення цієї держави з урахуванням її показника валового внутрішнього продукту на душу населення.

Очікувані обсяги наповнення Європіани цифровим контентом фактично розділені на два показники: цифрові 3D (3D digital) і всі інші, що позначені як «документи високої якості» (high quality records). Виділення 3D-об'єктів серед інших типів пояснюється їх незначною часткою у загальному контенті Європіани. У додатках визначається, що 3D-об'єкти у загальному обсязі планового наповнення Європіани новим контентом на 2030 р. будуть складати до 40%. Це підтверджується розрахунками щодо загальних показників: 40 017 586 (загальна кількість) і 16 007 034 (3D). Крім того, в додатках зазначено ще два загальних показники наповненості контентом Європіани кожною із держав-членів станом на 1 лютого 2021 р.: перший визначає загальний обсяг доданих документів (42 602 653), а другий – кількість серед доданих документів, що мають

¹⁰⁰ Europeana Data Model. Europeana Foundation. URL: <https://pro.europeana.eu/page/edm-documentation> (дата звернення: 01.03.2023).

¹⁰¹ Commission proposes a common European data space for cultural heritage. Official webportal of the European Commission. November 10, 2021. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-proposes-common-european-data-space-cultural-heritage> (дата звернення: 01.03.2023).

високу якість (27 148 311). Додатками передбачалось наповнення Європіани «документами високої якості» (high quality records), що визначається рівнем 2 і вище, а для метаданих – рівнем А і вище. Разом з тим, слід зауважити, що рівень 2 в базі знань Європіани позначений як «добра якість» (good-quality), а високу якість (high-quality) визначає рівень 3.

У табл. 7.3 наводяться уточнені дані внеску 27 країн-членів ЄС у контент Європіани за його типовим складом станом на:

Таблиця 7.3

Кількісні показники внеску 27 країн-членів ЄС у контент Європіани за його типовим складом станом на зазначені дати

Дата / Разом	Зображень	Текстових	Аудіо	Відео	3D
<u>Здобуток</u> 16 026 042	9 640 268	5 804 358	298 885	280 896	1 635
	60,15%	36,22%	1,86%	1,75%	0,010%
<u>01.11.2023</u> 41 853 640	22 362 899	18 676 614	521 467	287 514	5 146
	53,43%	44,62%	1,25%	0,69%	0,012%
<u>01.02.2021</u> 25 827 598	12 722 631	12 872 256	222 582	6 618	3 511
	49,26%	49,84%	0,86%	0,03%	0,014%
<u>05.04.2019</u> 16 853 344	8 027 890	8 623 946	194 674	5 032	1 802
	47,63%	51,17%	1,16%	0,03%	0,011%

5 квітня 2019 р. – дата підписання Декларації країнами ЄС;

1 лютого 2021 р. – дата, станом на яку зазначено показники наповненості Європіани країнами, що підписали Декларацію, у додатках до Рекомендацій Єврокомісії від 10.11.2021 C(2021) 7953 final;

1 листопада 2023 р. – дата, визначена нами для отримання проміжного звіту про виконання визначеного плану для 27 країн щодо наповнення Європіани, що збігається з часом завершення нашого дослідження.

Для отримання цих даних ми скористалися професійними інструментами, що надає Європіана у формі панелі статистики metis (metis statistics dashboard). Результати нашого аналізу мають значну розбіжність з даними, наведеними у документах Єврокомісії, зокрема у додатку до Рекомендацій від 10 листопада 2021 р. Загальне значення обсягу контенту, отримане нами за статистикою Європіани на 01 лютого 2021 р., на 39,38% менше того, що надає Єврокомісія. У складі наведених нами показників контенту Європіани рахується і контент нульового рівня якості. Розподіл якості контенту Європіани станом на ті самі дати наведений у табл. 7.4.

Не наближують нас до показників Єврокомісії станом на 01 лютого 2021 р. і результати здійсненого нами аналізу показників всьо-

го контенту Євropіани, що, крім країн-членів ЄС, створюють інституції багатьох інших країн світу, не тільки Європи, зокрема США, Ізраїля, Турції, Грузії тощо.

Таблиця 7.4

Кількісні показники внеску 27 країн-членів ЄС у контент Євropіани за рівнями його якості станом на зазначені дати

Дата / Разом	Рівень 0	Рівень 1	Рівень 2	Рівень 3	Рівень 4
1	2	3	4	5	6
<u>Здобуток</u> 16 026 042	427 376	4 143 383	4 293 648	3 051 080	4 110 555
	2,67%	25,85%	26,79%	19,04%	25,649%
<u>01.11.2023</u> 41 853 640	2 612 084	12 919 455	6 900 062	5 598 741	13 823 298
	6,24%	30,87%	16,49%	13,38%	33,03%
<u>01.02.2021</u> 25 827 598	2 184 708	8 776 072	2 606 414	2 547 661	9 712 743
	8,46%	33,98%	10,09%	9,86%	37,61%
<u>05.04.2019</u> 16 853 344	1 996 621	6 856 737	951 396	1 080 625	5 977 626
	11,84%	40,66%	5,64%	6,41%	35,45%

Далі наводимо кількісні показники всього контенту Євropіани за його типовим складом (табл. 7.5) і за рівнями якості (табл. 7.6) станом на зазначені дати. Показники, наведені за 2019 і 2021 рр., досягнуті консолідованою діяльністю 43 країн світу, а за 2023 р. вже 45 країнами.

Таблиця 7.5

Кількісні показники всього контенту Євropіани за його типовим складом станом на зазначені дати

Дата / Разом	Зображень	Текстових	Аудіо	Відео	3D
<u>01.11.2023</u> 51 135 869	27 844 956	22 384 664	565 423	334 177	6 649
	54,45%	43,77%	1,11%	0,65%	0,013%
<u>01.02.2021</u> 31 457 896	14 759 348	16 423 127	226 044	44 894	4 483
	46,92%	52,21%	0,72%	0,14%	0,014%
<u>05.04.2019</u> 21 556 022	9 190 187	12 125 274	195 176	43 164	2 221
	42,63%	56,25%	0,91%	0,20%	0,01%
	47,63%	51,17%	1,16%	0,03%	0,011%

У нас немає пояснення виявленої розбіжності станом на 01 лютого 2021 р. Проте, отримані результати дозволяють зробити висновки щодо реалізації ініціативи країн-членів ЄС спрямованої на наповнення високо-

якісним контентом Європіани. Виходячи із запланованих показників на середньострокову перспективу до 2025 р., що наведені у табл. 7.7.

Таблиця 7.6

Кількісні показники всього контенту Європіани за рівнями його якості станом на зазначені дати

Дата / Разом	Рівень 0	Рівень 1	Рівень 2	Рівень 3	Рівень 4
1	2	3	4	5	6
<u>01.11.2023</u> 51 135 869	3 694 349	13 505 443	7 756 935	6 262 057	19 917 085
	7,22%	26,41%	15,17%	12,25%	38,95%
<u>01.02.2021</u> 31 457 896	3 227 608	9 215 891	3 051 175	3 051 917	12 911 305
	10,26%	29,30%	9,70%	9,70%	41,04%
<u>05.04.2019</u> 21 556 022	2 979 791	7 154 832	1 275 705	1 551 249	8 594 445
	13,82%	33,19%	5,92%	7,20%	39,87%

Таблиця 7.7

Планові показники збільшення контенту Європіани країнами-членами ЄС, починаючи з 1 лютого 2021 р.

Термін	Строк	Збільшити загалом		Середньомісячно	
		всього	частка 3D	всього	частка 3D
01.01.2026	59	16 007 034	2 401 055 (15,00%)	271 306	40 696
01.01.2031	119	40 017 586	16 007 034 (40,00%)	336 282	134 513

Виходячи з наведеного плану Євросоюзу, прогнозовано можна розрахувати очікуване поповнення контенту Європіани спільними зусиллями країн-членів ЄС на 1 листопада 2023 р. із середньою швидкістю для виконання плану у середньостроковій перспективі до 2025 р., і в цілому до 2030 р., що наведені у лівій половині табл. 7.8.

У правій половині цієї таблиці зазначено виконання цих прогнозованих показників з різними швидкостями поповнення у відсотках, які враховуються, виходячи із реальних обсягів поповнення, наведених у графі «Здобуток» табл. 7.3. Вочевидь, отриманий результат вже перевищив запланований показник поповнення Європіани на 2025 р. і значно перевищив прогнозований нами результат на 2023 р. Середня швидкість поповнення вища за заплановані середньомісячні до 2025 р. у 1,79 разів і до 2030 р. у 1,44. Це прогнозовано може надати набагато кращий кількісний результат від очікуемого у наступні сім років.

Таблиця 7.8

Проміжні результати виконання плану Єврокомісії щодо збільшення контенту Європіани країнами-членами ЄС станом на 1 листопада 2023 р.

Прогнозований результат		Виконання	
всього	частка 3D	всього	частка 3D
8 953 087	1 342 963	179,00%	0,12%
11 097 314	4 438 925	144,41%	0,037%

Однак, спостерігається значне відставання щодо наповнення Європіани 3D-контентом. Реальний результат склав 0,12% від кількості, що прогнозовано очікувалася на 1 листопада 2023 р. зі середньомісячною швидкістю виконання плану на 2025 р., не кажучи про порівняння реальної швидкості з середньомісячною для виконання плану на 2030 р. Це доводить, що 3D-оцифрування історико-культурної спадщини залишається немасовим.

Також слід зупинитися на показниках якості нового контенту, покращення якої визначалося наведеними вище документами Єврокомісії. У новому контенті спостерігається значна частка не тільки контенту задоволеної якості (рівень 1), а також і низької якості (рівень 0) – графа «Здобуток» у табл. 7.4, що разом склали 28,52%, не кажучи про плани Єврокомісії щодо зменшення контенту такої якості, який був присутній в Європіані у 2021 р., шляхом підвищення його до рівня 2 і вище. Це призвело до збільшення частки неякісного контенту в загальному обсязі документів країн-членів ЄС, присутніх в Європіані, на 41,7%.

Покращення якості документів рівня 1, що може збільшити загальну кількість матеріалів високої якості, зважаючи, що станом на 1 лютого 2021 р. частка контенту рівня 1 за даними Єврокомісії складала понад 36%, пропонувалося у Рекомендаціях Єврокомісії від 10.11.2021 С(2021) 7953 final (п. 7, гл. II, с. 8 Рекомендацій), зокрема додатках до неї, забезпечити шляхом заохочування державами-членами ЄС інституцій, що перебувають в юрисдикції цих держав. За результатами нашого дослідження контент низької якості (рівнів 0–1) країн-членів ЄС станом на 1 лютого 2021 р. складав 42,44% (табл. 7.4). Як було зазначено вище, протягом майже трьох років такого покращення не відбулося.

Проте, зазначене завдання порушує важливі проблеми, з якими стикаються майже усі інституції, що зберігають історико-культурну спадщину й активно виконують завдання з оцифрування фондів: перероблення фонду користування та повторне оцифрування оригіналів.

Технології постійно розвиваються, що забезпечує стаке покращення якості послуг, що надають бібліотеки й архіви, та надає значно більше можливостей для організування масового виробництва цифрових копій оригіналів. Сучасні програмно-технічні засоби, що поширені у світі, постійно збільшують обсяги інформації, яку вони можуть швидко обробляти і надсилати / отримувати. Це призводить до викликів для бібліотек і архівів щодо покращення якості цифрового контенту, який надається в доступ користувачам. Висока якість вчорашнього дня стає незадовільною, коли ми дивимось сьогодні на копії, створені з роздільністю 30–400 dpi. Сучасний підхід – це 600 dpi, що можна виготовити швидше, ніж створювалися з роздільністю 300 dpi. А майбутнє надасть нам нові технологічні можливості. Вже сьогодні ми замислюємося над роздільністю 1200 dpi та глибиною кольору 48 біт.

Тому, за вирішення першої проблеми, яку Європіана виокремлює для користувачів через класифікування контенту відповідно до визначених рівнів якості, залишаються за відповідальними розпорядники цифрового контенту. Фактично рекомендація Єврокомісії стосується перероблення десятків мільйонів цифрових копій із майстер-копій, що мають високу якість, і метаданих до них. Завдання є затратним і додатковим навантаженням на, переважно, неприбуткові інституції. У табл. 7.9 наведено для кожного рівня якості кількість держав, що мають контент відповідного рівня. Тому зрозуміло, чому вищезазначені рекомендації Єврокомісії не визначають чіткої послідовності дій щодо покращення якості фонду користування. Все визначено вимогами до відповідних рівнів якості. Наприклад, зображення повинні бути доступні з роздільністю для рівня 1 не менше 0,1 мегапікселя ($\sim 300 \times 350$), рівня 2 не менше 0,42 мегапікселя ($\sim 800 \times 533$), рівнів 3 і 4 не менше 0,95 мегапікселя ($\sim 1200 \times 800$). Подолання проблеми полягає лише в організуванні виконання відповідних завдань і не тільки підтягування контенту рівня 1 до рівня 2, а підвищення усього контенту до максимального рівня якості.

Таблиця 7.9

Кількість держав за кожним рівнем їхнього контенту в Європіані, станом на 01.11.2023

Всього країн	Рівні				
	0	1	2	3	4
45	38	40	38	39	37

Друга проблема, на нашу думку, є значно складнішою, зважаючи що вона стосується якості оцифрування об'єктів історико-культурної спа-

щини, якості майстер-копій, які самі дуже швидко перетворюються на історико-культурну спадщину. До обговорення залишається стратегія подальшого використання цифрових копій, що на сьогодні віднесені до категорії низької якості, зважаючи на зазначений вище технологічний розвиток. Чи слід переоцифровувати такі фонди? Це не сприяє забезпеченню їх збереженості. На нашу думку, це доведеться робити. Наприклад, державні архіви планують щороку завдання щодо перероблення або удосконалення описів. Серед таких документів є й такі, що самі, беззаперечно, віднесені до рукописної історико-культурної спадщини, з огляду на рік їх створення, не зважаючи, що це основний обліковий і довідковий документ, отже, перебуває у постійному користуванні. Завжди болючим постає питання щодо осучаснення таких описів, що за своїми фізичними розмірами більше нагадують баян, чим звичайну книгу, наприклад формувати із їх аркушів томи по 250 аркушів у кожному. Остаточне рішення залишається за експертно-перевірною комісією, реставраторами та ерівництвом. Тому рішення про переоцифрування фондів повинно бути зваженим і прийматися кожною інституцією відповідно до умов, що спонукають до таких заходів. Вважаємо, що основними критеріями повинні бути цінність одиниці зберігання, її стан і затребуваність. Останній може стати чинником непереборної сили, коли якість майстер-копії стане недостатньою для надання затребуваної послуги. Наприклад, користувач замовить платну послугу щодо отримання цифрових копій з роздільністю 1 200 dpi, а інституція оцифровує оригінали з роздільністю 400 dpi. Зазначене скоріш є виключенням і не може бути плановим заходом. За відсутності масової затребуваності та задовільному стані фондів краще оцифровувати інші фонди, зважаючи, що відсоток неоцифрованого масиву залишається значним за своїм обсягом як в окремих інституціях, так і у світі в цілому.

Документи інституцій України також представлені в Європі, на жаль, у незначній кількості (табл. 7.10). Україна в загальному рейтингу наповнення Європи займає 38 місце серед 45 країн світу, що беруть участь в наповненні цього інтеграційного інформаційного ресурсу, що складає менше 0,003% від загальної кількості понад 51 млн (табл. 7.5–7.6). Проте, майже увесь контент (98,45%) якості найвищого рівня.

Крім Європи у світі існують інші інтеграційні електронні інформаційні ресурси, що забезпечують вільний доступ до інформації історико-культурної спадщини. На час підписання вищезазначеної декларації існувала низка європейських подібних проєктів різною спрямованістю, що функціонують і розвиваються дотепер:

У табл. 7.11 наведені рівні якості метаданих для контенту українських інституцій в Європі. Більшість поданих метаданих має високу якість.

Таблиця 7.10

Інституції України, що наповнювали Європіану, станом на 01.11.2023

Найменування *	Текстових		Зображень, рівня 4	Разом	Частка
	рівень 1	рівень 4			
1. Центр досліджень визвольного руху (Center for Research on the Liberation Movement): https://cdvr.org.ua					
	21	1 186		1 207	89,01%
2. Державний політехнічний музей Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (State Polytechnic Museum at Ukrainian National Technical University «Kiev Polytechnic Institute»): https://kpi.ua/museum					
			124	124	9,14%
3. Науково технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенка НТУ КІП (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Scientific and Technical Library after G. Denisenko): https://kpi.ua/about/library					
		23	2	25	1,84%
Всього:		1 209	126	1 356	
Розподіл:	1,55%	89,16%	9,29%		

Таблиця 7.11

Розподіл контенту інституцій України, що наповнювали Європіану, станом на 01.11.2023, за якістю метаданих

№ із табл. 7.10	Текстових			Зображень	
	Рівень А	Рівень В	Рівень С	Рівень А	Рівень В
1		44	1 163		
2					124
3	23			2	
Разом:	23	44	1 163	2	124
	1,70%	3,24%	85,77%	0,15%	9,14%

INCEPTION (<https://www.inception-project.eu>) реалізує інновації в 3D-модельованні культурної спадщини через інклюзивний підхід до динамічної у часі 3D-реконструкції артефактів, будівельного та соціального

* Найменування англійського наводяться так, як вони зазначені на Європіані. URL: <https://metis-statistics.europeana.eu/en/data/dataProvider?country=Ukraine> (дата звернення: 01.11.2023).

середовища. Проєкт збагачує європейську ідентичність завдяки розумінню того, як європейська культурна спадщина постійно розвивається протягом тривалих періодів часу. Інклюзивний підхід INCEPTION ґрунтується на таких принципах: створення часової динаміки 3D-реконструкції назавжди (forever); призначення інтегрованих даних для всіх (for everybody) – науковців, інженерів, влади та громадян; надання методів та інструментів, застосованих звідусіль (from everywhere) по всій Європі;

i-MareCulture (iMmersive technologies and Augmented REality for access to European underwater CULTURal heritagE – імерсивні технології й доповнена реальність для доступу до європейської підводної культурної спадщини), позиціонується як розширена віртуальна реальність (Advanced VR), метою якої є підвищення обізнаності громадськості про європейську ідентичність, зосередженої на морській культурній спадщині, що за замовчуванням поєднує різні цивілізації. i-MareCulture робить підводну культурну спадщину, що є недосяжною для більшості за своєю суттю, доступною для широкого загалу шляхом впровадження віртуальних відвідувань, зокрема, у формі прикладних ігор із використанням імерсивних технологій та підводної доповненої реальності (<https://imareculture.eu>). У межах проєкту проводиться проєктування, аналіз, розвиток і перевірка передових систем у галузі віртуальних музеїв, завдання щодо реалізації яких виконуються за допомогою спільних та інноваційних досліджень міждисциплінарного характеру різних груп вчених, дослідників, археологів, експертів і музеїв;

Time Machine (<https://www.timemachine.eu>), що інтегрує інформацію про багату історію минулого Європи за допомогою сучасних цифрових технологій та інфраструктур для створення колективної цифрової інформаційної системи (collective digital information system), яка відображатиме європейську економічну, соціальну, культурну та географічну еволюцію в різні часи. Цікавим видається нам у запропонованому підході, що оцифрування є лише першим кроком у довгій низці процесів, які включають сегментацію документів і їх краще розуміння за допомогою доповненої та віртуальної реальностей, що дозволяє моделювати гіпотетичну просторово-часову 4D-реконструкцію;

ViMM (Virtual Multimodal Museums Plus) – віртуальні мультимодальні музеї за час їх існування було розширено до ViMM+ (<https://www.vimm.eu>). Проєкт об'єднує європейські та провідні світові інституції різних форм власності, що працюють над створенням цифрової культурної спадщини (Digital Cultural Heritage, DCH), підтримуючи розробку високоякісної єдиної політики DCH, прийняття рішень у цій галузі діяльності, формування компетенції у фахівців, які виконують завдання оцифрування історико-культурної спадщини, та використання технічних досягнень.

Проект GRAVITATE (Geometric Reconstruction And noVel semantIc reunificaTion of culturAl heriTage objEcts) – геометричної реконструкції та нового семантичного об'єднання об'єктів культурної спадщини, присвячений 3D-реконструкції об'єктів культурної спадщини, загальні цілі якого полягали у створенні низки програмних інструментів, що дозволять археологам і кураторам реконструювати зруйновані або знищені культурні об'єкти, ідентифікувати та повторно об'єднувати у цифровій формі частини культурних об'єктів, які були розділені між колекціями, а також розпізнавати асоціації між культурними артефактами для отримання нових знань і розуміння минулих суспільств. Партнерами проекту були всесвітньо відомі музеї, археологічні інститути і дослідницькі команди із різних інституцій, які працюють над маніпулюванням 3D-об'єктами, їх семантичним аналізом та інтегруванням інформаційно-комунікаційних технологій (<https://staff.fnwi.uva.nl/l.dorst/gravitate.html>). Проект виконувався у 2015–2018 рр. Внесок ЄС склав 2 593 440 євро. Координатором проекту виступив Саутгемптонський університет (University of Southampton), Сполучене Королівство. У проекті взяли участь: Амстердамський університет (Universiteit van Amsterdam), Нідерланди; Національна дослідницька рада (Consiglio Nazionale delle Ricerche) Італії; Британський музей (British Museum), Сполучене Королівство; Техніон – Ізраїльський технологічний інститут (Technion – Israel Institute of Technology); Хайфський університет (University of Haifa), Ізраїль; Кіпрський інститут (Cyprus Institute). З досягнутими результатами можна ознайомитися у присвяченому проекту розділі на вебпорталі Єврокомісії (<https://cordis.europa.eu/project/id/665155>). Створені цифрові об'єкти, підготовлені презентаційні матеріали та інші документи доступні у Facebook і YouTube.

7.6. Якість оцифрування історико-культурної спадщини

Ключовим питанням в організуванні процесу масового оцифрування є визначення на рівні нормативних документів інституції технічних параметрів щодо якості виготовлених цифрових копій. Такі дані є інформаційною основою для багатьох подальших заходів: придбання / благодійне отримання обладнання; взаємодія із інституціями, що готові на благодійні основі забезпечити оцифрування фондів; контроль якості цифрових копій, що передаються на зберігання, подальшу обробку для надання доступу до них, наприклад, у складі електронних інформаційних ресурсів; визначення норми виробітку для операторів, що вимірюється кількістю цифрових копій за одиницю часу: копій за годину, день, тижень тощо. Ці норми можуть відрізнятися, наприклад, для великоформатних документів, або документів, що виготовляються із кращою якістю,

зокрема, більшою роздільністю, або залежите від типу сканера. Зрозуміло, що автоматизований і роботизований сканери повинні мати більші норми. Проте, може визначатися усереднена норма, наприклад, для структурного підрозділу, що виконує завдання оцифрування фондів усієї інституції, якщо оператори виконують завдання керівника на різних сканерах і всі працівники цього підрозділу працюють на загальний результат. Будь-яке рішення щодо норми виробітку цифрових копій повинно прийматися керівництвом інституції на підставі обґрунтування, що готується з урахуванням усіх особливостей організування діяльності з оцифрування фондів у конкретній установі: структура юридичної особи; штатна чисельність; її територіальне розташування (компактне в одній будівлі або у різних будівлях, у різних районах); склад фондів; наявність спеціалізованого структурного підрозділу та організування його взаємодії з іншими підрозділами, зберігачами фондів; розташування автоматизованих робочих місць операторів; забезпечення керування напрямом оцифрування в умовах відсутності спеціалізованого структурного підрозділу; організування контролю якості, обліку, зберігання та надання доступу до цифрових копій; забезпечення операторів іншими видами роботи, у разі призупинення роботи сканера, наприклад, з причини його поломки. Зрозуміло, що норми для оцифрування мікроплівки й аудіовізуальних документів визначаються окремо, а для аудіовізуальних – окремо для кіно-, відео-, фото- і фонодокументів, а також з урахуванням типів їх носіїв.

Орієнтиром у визначенні якості цифрових копій повинні стати кращі світові та українські практики. Для оцифрування документальної історико-культурної спадщини рекомендуємо інституціям, що виконують це завдання, звернутися до методичних рекомендацій «Доступ до цифрового фонду користування документами Національного архівного фонду»¹⁰², що є обов'язковими, нормативно затвердженими, для архівної галузі України (наказ Укрдержархіву 06.04.2023 № 51), та відповідають сучасним світовим вимогам. Для забезпечення збереженості документів загальноприйнятим у бібліотеках, архівах і музеях є принцип оцифрування один раз із максимальною якістю, що прийнято називати майстер-копіями. Саме із них далі створюються інші цифрові копії для різного застосування, насамперед, для якісного відтворення на екранах сучасних комп'ютерних засобів, що не потребують високої якості та дозволяють суттєво зменшити розмір графічних файлів для прискореного їх завантаження із інтернету під час відтворення відповідних зображень користувачами.

¹⁰² Доступ до цифрового фонду користування документами Національного архівного фонду : методичні рекомендації. Держ. арх. служба України, Укр. наук.-дослід. ін-т арх. справи та документознавства ; уклад.: Л. В. Дідух, Т. М. Ковтанюк. Київ, 2022. 85 с.

Зазначимо, що на сьогодні в НБУВ виготовляються майстер-копії з роздільністю 600 dpi, глибиною кольору 24 біти, у форматі даних TIFF без стиснення.

Про технічні параметри цифрових копій аудіовізуальних документів докладно викладено у методичних рекомендаціях «Оцифрування аудіовізуальних документів Національного архівного фонду»¹⁰³, затверджених наказом Укрдержархіву від 27.05.2022 № 29. Особлива увага у цих рекомендаціях приділена вирішенню проблеми контролю якості кожного типу аудіовізуальних документів. Для уточнення деяких аспектів рекомендуємо звертатися до розділу «Науково-методичні розробки» на офіційному вебсайті ЦДАЕА.

Для визначення порядку оцифрування мікрофільмів та технічних параметрів їх цифрових копій, на нашу думку, слід звернутися до багатого та успішного досвіду Страхового фонду документації – система установ, які виконують завдання держави щодо створення страхового фонду документів, насамперед, підприємств стратегічної та критичної інфраструктур під державне замовлення. Ця галузь діяльності на сьогодні належить до сфери управління Укрдержархіву, в структурі якого є відповідне управління (<https://archives.gov.ua/ua/установи-страхового-фонду-документа-2/>), що розташовується у м. Харків. У складі департаменту, так само у Харкові функціонує Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії (НДІ мікрографії: <https://micrography.gov.ua>), що і забезпечує виконання галузевої НДР, зокрема, присвяченої проблемам оцифрування мікрофільмів¹⁰⁴.

7.7. 2.5D-оцифрування історико-культурної спадщини

На сьогодні технології 2.5-оцифрування достатньо добре розроблені та широко застосовуються для різних досліджень історико-культурної спадщини, зокрема документальної. Відповідні проекти проводяться різними вишами, інституціями, що зберігають історико-культурну спадщину, та незалежними науковими організаціями у світі. До прикладу, значних результатів було досягнуто організацією Factum Foundation із Мадриду (Іспанія), <https://factumfoundation.org>, діяльність якої спрямована на створення цифрових технологій для збереження істо-

¹⁰³ Оцифрування аудіовізуальних документів Національного архівного фонду : метод. реком. Держ. арх. служба України, Укр. наук.-дослід. ін-т арх. справи та документознавства ; уклад.: Л. В. Дідух, Т. М. Ковтанюк. К., 2021. 82 с.

¹⁰⁴ Деренько М. С., Дукін Г. Ю., Хмелик Т. В. Проблемні питання відтворення документів страхового фонду документації. *СФД (Страховий фонд документації)*. 2016. № 2. С. 23–37.

рико-культурної спадщини. Зокрема, фахівцями цієї організації в 2017 р. було розроблено фотометричну стереосистему Selene Photometric Stereo System (Selene PSS), що дозволяє виконувати оцифрування дрібної текстури плоских або напівплоских поверхонь об'єктів історико-культурної спадщини з високою деталізацією для створення високоточних 3D-моделей цих поверхонь і отримання повної інформації про їх колір (рис. 7.23).

Організація Factum Foundation виконує як самостійно різні проєкти щодо оцифрування історико-культурної спадщини, так і у співпраці з іншими командами, що дозволяє проводити обмін новими знаннями щодо потенціалу безконтактних технологій з метою збору даних для 3D-моделювання та колір, зокрема, документів, що зберігаються, насамперед, у бібліотеках європейських університетів. До прикладу, на рис. 7.24 наведено виявлений водяний знак на ісламському рукописі з накладеним на нього текстом, що зберігається у Бібліотеці Прінстонського університету (Princeton University Library) у 2023 р. за допомогою фотометричної стерео-

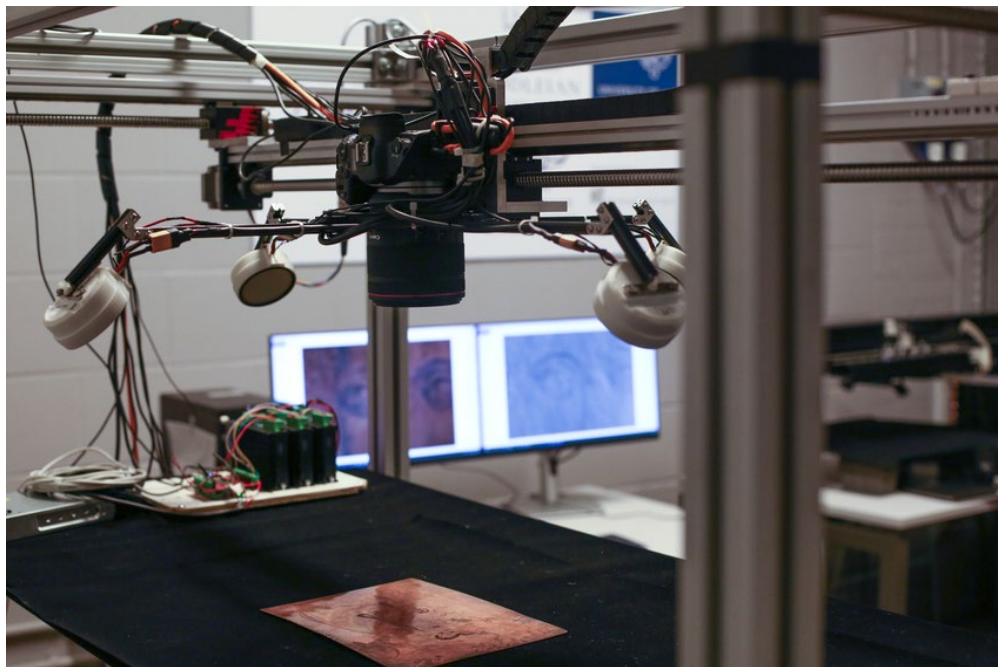


Рис. 7.23. Фотометрична стереосистема Selene PSS¹⁰⁵.

¹⁰⁵ Selene Photometric Stereo System. Official webportal of the Factum Foundation. URL: <https://factumfoundation.org/technology/2-5d-digitisation/selene-photometric-stereo-system/> (дата звернення: 01.03.2023).

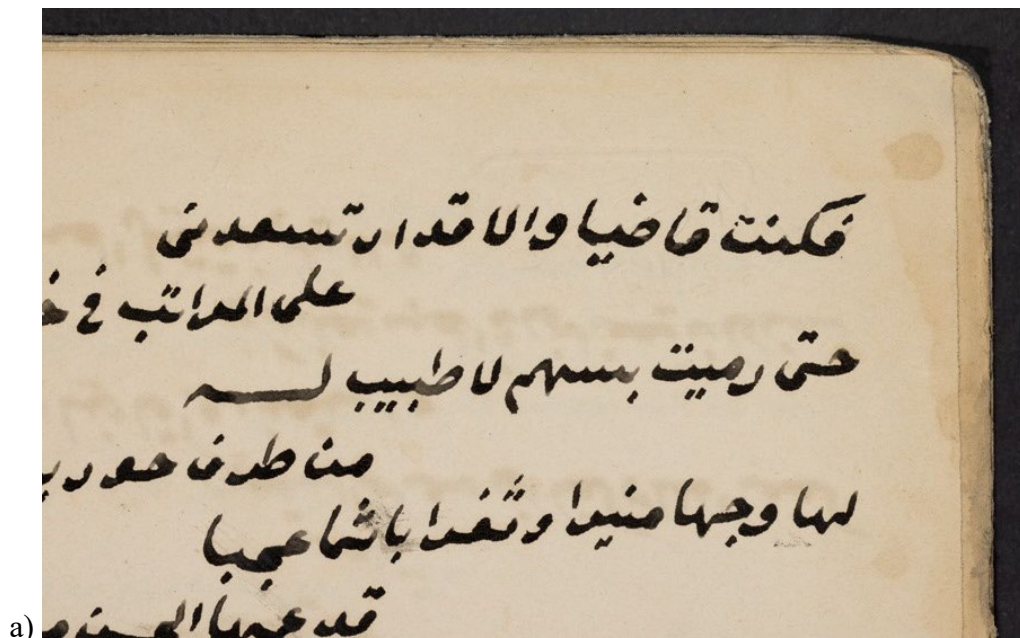


Рис. 7.24. Застосування фотометричної стереосистеми Selene PSS для виявлення водяного знаку у складі рукопису (<https://catalog.princeton.edu/catalog/9963568373506421>): а) кольорове зображення рукопису у видимому спектрі; б) монохромне зображення

системи Selene Photometric Stereo System (Selene PSS), розробленої організацією Factum Foundation із Мадриду (Іспанія), діяльність якої спрямована на створення цифрових технологій для збереження історико-культурної спадщини¹⁰⁶.

Цікавим, на нашу думку, є проведені з грудня 2022 р. до липня 2023 р. Factum Foundation дослідження щодо можливості оцифрування книг із колекції музею «Лакенхал» (Museum De Lakenhal) у м. Лейден (Leiden), Нідерланди, що зберігає багату історію з текстильної галузі, зважаючи, що він функціонував протягом XVII–XVIII ст. як заклад для перевірки якості тканин за затвердженими зразками, які зафіксовані сургучем на аркушах 33 книг (1690–1791 pp.) з відповідною описовою інформацією¹⁰⁷. Проблема полягає у тому, що на сьогодні аркуші цих книг сильно деформовані (рис. 7.25). Кожний із цих аркушів має чіткий хвилястий візерунок, і всі книги мають подібну деформацію, але нерегулярного характеру. Навіть у межах самих книг кожний аркуш має свій власний хвилястий стиль. Через це ці книги майже неможливо відкрити, не завдавши їм подальших пошкоджень. Зразки тканин, що знаходяться поруч з описовою інформацією, додають складності вивченню цих книг, оскільки вони ризикують бути відірваними від сторінки під час гортання книги. Фахівці Factum Foundation не розкривають сутності методу. Проте зазначають, що перші результати є багатообіцяючими і дозволили оцінити найкращу методологію для віртуального вирівнювання книг під час пост-обробки, яка знову зробить текст читабельним. Очікувана методика може дозволити доступитися до масового оцифрування інших проблемних рукописів і стародруків, зокрема, із спресованими аркушами.

7.8. Приклади застосування методів оптичного зондування та візуалізації даних

У жовтні 2023 р. НБУВ отримала листа від Гарріка Аллена (Garrick Allen), старшого викладача з вивчення Нового Завіту в Університеті Глазго, Сполучене Королівство (Senior Lecturer in New Testament Studies at the University of Glasgow, UK) з проханням дослідити у 2024 р. безпосередньо в Інституті рукопису унікальних матеріалів із колекції Церковно-археологічного музею при Київській духовній академії (ф. 301) із застосу-

¹⁰⁶ The Selene System at the Princeton University Library. Official webportal of the Factum Foundation. 2023. URL: <https://factumfoundation.org/our-projects/digitisation/the-selene-circle/the-selene-system-at-the-princeton-university-library/> (дата звернення: 01.03.2023).

¹⁰⁷ Books in the Museum De Lakenhal collection. Official webportal of the Factum Foundation. 2023. URL: <https://factumfoundation.org/our-projects/digital-restorations/books-in-the-museum-de-lakenhal-collection/> (дата звернення: 01.03.2023).



Рис. 7.25. Процес створення методики безконтактного оцифрування деформованих книг у Factum Foundation за допомогою фотограмметрії

ванням методу мультиспектральних зображень у межах розпочатого в Університеті Глазго у жовтні 2022 р. проєкту з підготовка цифрового та друкованого видання Codex H (GA 015), фрагментарної копії рукопису послань Павла¹⁰⁸, датованого VI ст., що є найдавнішим свідком євталійської традиції (Euthalian tradition)¹⁰⁹. Професору Аллену Г. було направлено відповідь-погодження, зважаючи, що це буде сприяти обміну позитивним досвідом шотландських колег із співробітниками Інституту рукопису та відділу наукових технологій збереження фондів і поширенню методики мультиспектральних зображень в наукову діяльність НБУВ.

Зазначимо, що для проведення міжнародних досліджень у галузі передових методів оптичного зондування та візуалізації даних в різних сферах діяльності, зокрема, безконтактного зондування об'єктів історико-культурної спадщини, в Університеті Глазго організовано групу концеп-

¹⁰⁸ Allen G. V. Are there ancient editions of Paul's letters? *Studia Theologica – Nordic Journal of Theology*. 2023. Vol. 77. No. 2. P. 200–230. DOI: <https://doi.org/10.1080/0039338X.2023.2191992>.

¹⁰⁹ Про надання доступу до одиниць зберігання Інституту рукопису (ф. 301, КДА) : лист Ун-та Глазго (Сполучене Королівство) від 15.09.2021 (англ.). Поточний архів НБУВ, зареєстр. 04.10.2023, вх. № 583.

цій візуалізації (Imaging Concepts Group, ICG), у розпорядження якої передано дослідницькі лабораторії з найсучасним обладнанням для візуалізації загальною вартістю 1 млн фунтів стерлінгів, а саме: флуоресцентні мікроскопи; двофотонний лазерний мікроскоп; когерентні, широкосмугові та некогерентні джерела світла, що налаштовуються; спектрометри, маніпулятори світлом (пристрої, що дозволяють змінювати оптичні властивості світла, зокрема, швидкість його руху через матеріал); найсучасніші камери; пристрої гіпер- та мультиспектральної візуалізації; ретинальні камери; шість великих оптичних столів та широкий спектр оптичної інфраструктури (<https://www.gla.ac.uk/schools/physics/research/groups/imagingconcepts/>).

Репозитарій ICG містить багато результатів досліджень різними методами оптичного зондування та візуалізації даних, отриманих провідними колективами світу в цій галузі у формі наукових праць і наборів відкритих наукових даних, що представлені в різних форматах. Наприклад, анімована візуалізація даних про іконографічне зображення Сан-Джакомо (Сантьяго) художнього скляного вікна «Таємна вечеря» (*L'ultima Cena*, 1969) роботи Ентоні Мері Нарді (Antonio Maria Nardi, 1897–1973) у церкві Санто-Спіріто (Мілан, Італія), що були отримані за результатами гіперспектральної зйомки¹¹⁰.

7.9. 3D-оцифрування історико-культурної спадщини

3D-оцифрування одиниць зберігання спрямоване на створення цифрової копії, що дозволяє надати повне уявлення про всі поверхні об'єкта оцифрування. Отже, це процес отримання інформації про поверхню об'єкта в цифровій формі для визначення його форми. Чим більше даних буде зібрано в процесі оцифрування, тим точніше можна побудувати цифрову форму об'єкта. Для отримання у складі цифрової моделі об'єкта його внутрішнього облаштування на рівні наявних конструктивних елементів, у залежності від розмірів об'єкта і можливості його безпечного розділення на ці складові, застосовують оцифрування внутрішніх поверхонь, якщо можна механічно потрапити в його середину, оцифрування окремих складових після їх відділення, наприклад, розкривають рукопис, або застосовують, зазначені вище, методи спектрального аналізу. З такою цифровою копією можна поводитися в електронному середовищі як із звичайним фізичним об'єктом, обертаючи його у тривимірному віртуальному просторі на 360°, начебто це оригінал, який можна розглядати, повертаючи його будь-яким боком або обходячи його, якщо він має великі

¹¹⁰ Manzoni C. *Hyperspectral_SantiagoWindow.avi*. *Optica Publishing Group*. May 22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7577684.v1>.

розміри. Однак, як і у випадку з цифровими 2.5D-копіями поверхонь, 3D-копії можна масштабувати для деталізації його поверхонь та окремих елементів з метою виявлення прихованої інформації від звичайних методів дослідження шляхом детального роздивляння окремих його елементів. Спектральні методи дозволяють додати в цифрові 3D-копії об'єктів історико-культурної спадщини конструктивні особливості, до яких не можливо дістатися без пошкодження або руйнування об'єкта, що надає важливу інформацію про його стан задля визначення методики надійного зберігання оригіналу, наприклад, виявити внутрішні порожнечі. Для отримання якісного зображення цифрових 3D-копій при їх масштабуванні вирішальним є велика роздільність первинних 2D-зображень окремих поверхонь та елементів.

На сьогодні створення цифрових 3D-копій об'єктів виконується шляхом створення цифрової 3D-моделі за допомогою спеціального програмного забезпечення і 2D-оцифрування окремих поверхонь, з подальшим розташуванням засобами цих програмних інструментів отриманих цифрових копій на відповідних поверхнях моделі фактично в урочному режимі, або виконується шляхом застосування двох сучасних методів, що забезпечують так зване справжнє 3D-сканування, яке дозволяє виконувати зазначені дії з моделювання і накладання цифрових 2D-копій поверхонь об'єкта в автоматичному режимі, за допомогою застосованих програмно-технічних засобів: координатно-вимірювальні машини (контактний метод) і безконтактні оптичні 3D-сканери.

Для реалізації першого класу методів застосовуються системи автоматизованого проєктування (Computer-Aided Design) або CAD-системи, які призначені для створення 3D-моделей об'єктів різної складності та масштабу. Візуалізації на екрані будь-якого пристрою фотореалістичного 2D-зображення із 3D-моделі називається 3D-рендерінгом. Якщо така візуалізація відбувається з певною частотою, об'єкт починає рухатися. Це нагадує перемотування у кінопроекторі кіноплівки, що складається із множини статичних фотопозитивів. Візуалізація відбувається шляхом заповнення поверхонь елементів 3D-моделі відповідними, зв'язаними з ними, 2D-зображеннями, отриманими під час оцифрування цих поверхонь. Для більшої реалістичності ці поверхні створюють багат шаровими, заповнюючи їх відповідними якісними цифровими копіями або додаючи штучні ефекти. Подібним чином будують і віртуальне середовище, в якому розміщують об'єкт для створення віртуальної реальності, доповненої реальності (augmented reality – AR), а також розширеної реальності (extended reality – XR) і змішаної реальності (mixed reality – MR). Такі технології застосовуються для проєктування майбутніх виробів, наприклад,

автомобілів, або в комп'ютерних іграх, створення фільмів тощо. Застосовуються вони і для створення 3D-копій рукописів і стародруків.

На рис. 7.26 наведено зразок 3D-моделі книги, яку можна застосовувати для віртуального гортання сторінок, що представлено серед багатьох інших 3D-моделей на спеціалізованому ресурсі <https://3dexport.com>.

На рис. 7.27 наведено результат рендерінгу представленої вище моделі книги – заповнення поверхонь моделі 2D-растровими зображеннями і створення кінцевого 2D-зображення під відповідним кутом огляду.

До прикладу, за повідомленням Інституту даних із соціальних проблем (Data Institute for Societal Challenges) м. Норман (США), у межах програми нових технологій Меморіальна бібліотека Бізелла (Bizzell Memorial Library), що є бібліотекою Університету Оклахоми (OU Libraries) у м. Норман, наприкінці 2022 р. було розроблено бета-версію цифрової 3D-копії середньовічного ілюстрованого рукопису Євангелія Святого Чада (St Chad Gospels) VIII ст., що зберігається у Лічфілдському соборі (Lichfield Cathedral) в Англії. На час завершення нашого дослідження, до 3D-моделі рукопису було додано шість двосторінкових розворотів його тексту, що були розташовані на віртуальному столі з ефектом їх підсвічу-

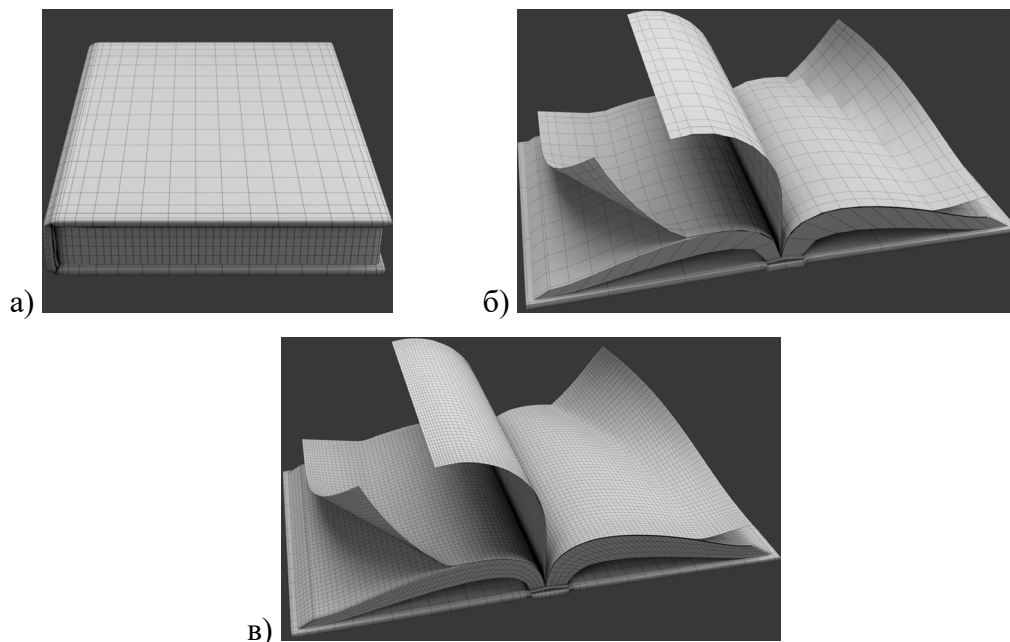


Рис. 7.26. 3D-модель книги із сторінками, що можна гортати: а) зовнішня (обкладинка); б) шар 1 внутрішнього виду (розвороту із сторінками, що перегортаються); в) шар 2 внутрішнього виду

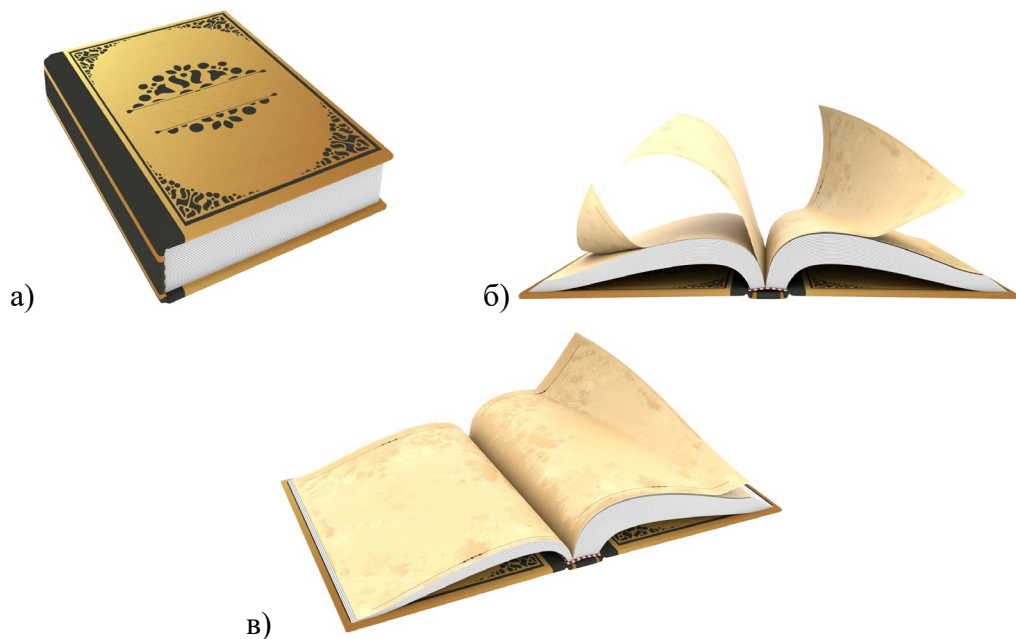


Рис. 7.27. Зображення 3D-книги, модель якої представлена на рис. 7.26: а) зовнішній вигляд (обкладинка); б) розворот із сторінками, що перегортаються, відповідно до виду, представленої вище моделі; в) розворот відповідно до іншої виду із тої ж моделі

вання (illuminat). Користувачі можуть взаємодіяти зі сторінками за допомогою гарнітур віртуальної реальності (рис. 7.28). Якісне сканування дозволило створити із отриманих цифрових 2D-копій багатопланову 3D-модель кожної сторінки рукопису, що передавала рельєфний характер утворених з часом пігментних плям, а також шар залізогалових чорнил, якими написано рукопис, що, за свідченнями розробників, дозволило за допомогою ефекту підсвічування у віртуальній реальності передати користувачам відчуття літер, які врізалися в пергамен, і рельєфність пігментів¹¹¹. Зазначимо, що роботи над цим проектом розпочались понад 10 років тому. На Конгресі цифрової гуманітаристики, що поводить Інститут гуманітарних досліджень та факультетом мистецтв і гуманітарних наук Університету Шеффілда (Humanities Research Institute and the Faculty of Arts and Humanities at the University of Sheffield) у вересні 2012 р., було оголошено про перші результати проекту одним із провідних його фахівців Вільямом

¹¹¹ DeLozier J. 3D Scanning Brings Medieval Manuscript to Life. *Data Institute for Societal Challenges*. August 2, 2023 (Norman, OK, USA). URL: <https://www.ou.edu/disc/news-events/newsroom-events/2023/3d-scanning-brings-medieval-manuscript-to-life> (дата звернення: 01.03.2023).



Рис. 7.28. Боббі Рід, керівник відділу нових технологій бібліотеки Університету Оклахоми¹¹², під час застосування гарнітури віртуальної реальності для 3D-відтворення Євангелія Святого Чада. Переклад титрів: «Отже, ми маємо справу з 3D-друком, 3D-скануванням і багато з віртуальною та доповненою реальністю».

Ендресом (William Endres), доцентом кафедри англійської мови Університету Оклахоми (Associate Professor OU Department of English)¹¹³.

Слід зазначити, що такі проекти є дуже привабливими, однак їх реалізація залишається настільки затратною, що виникає питання: чи вартий отриманий результат витраченого значного часу фахівців із різних галузей знань та матеріальних ресурсів? Незалежно від відповіді, зрозуміло, що на сьогодні такі проекти неможна віднести до інструментів масового застосування.

Набагато простішим з позиції користувача є застосування 3D-сканера, що дозволяє одразу отримати потрібний цифровий об'єкт, який можна переглядати або друкувати. Без сумніву, така технологія надає бі-

¹¹² 3D Scanning Brings Medieval Manuscript to Life. Youtube chanel of the University of Oklahoma Research. 2023. Time: 0:24–0:28; 1:36–1:52. URL: https://www.youtube.com/watch?v=wWltPRWD_cY (дата звернення: 01.03.2023).

¹¹³ Endres W. More than Meets the Eye: Going 3D with an Early Medieval Manuscript. In: Clare M., Pidd M., Ward E. (Eds.). Proceedings of the Digital Humanities Congress. Sheffield: The Digital Humanities Institute, 2012. URL: <https://www.dhi.ac.uk/books/dhc2012/more-than-meets-the-eye/> (дата звернення: 01.03.2023).

льше перспектив щодо масового застосування саме 3D-сканування існуючих об'єктів, зокрема історико-культурної спадщини, не заперечуючи розвиток САД-систем, які вкрай потрібні для вирішення проблем проєктування нових об'єктів виробництва, медичного протезування, витворів сучасного мистецтва тощо. Більш того, дві технології можуть застосовуватися одночасно, наприклад, для перевірки САД-моделей за результатами 3D-оцифрування їх 3D-друкованих зразків.

Зупинимось на координатно-вимірювальних машинах (Coordinate Measuring Machine – CMM), щоб зрозуміти, чи можливо їх застосування для створення цифрових 3D-копій рукописів, стародруків, архівних документів. Ці машини, переважно, використовуються для високоточного калібрування інструментів, забезпечення контролю точності (якості) виробництва шляхом вимірювання готових виробів, а також прототипів виробів під час їх проєктування. Це так званий метод прототипування, що особливо ефективний у поєднанні CMM або безконтактного 3D-оцифрування із станками з числовим програмним забезпеченням. Тому широко застосовуються в аерокосмічній, автомобільній, кораблебудівельній, інструментальній, енергетичній галузях, обробній промисловості, електроніці, метрології, медицині, зокрема, в медичному приладобудуванні, протезуванні тощо. Це дозволяє вносити у виробничий процес відповідні зміни, а під час проєктування враховувати недоліки, яких з різних причин припустилися під час модулювання. CMM відрізняються високою точністю на рівні вимірювання в мікрометрах. Принцип дії полягає у фізичному контакті сенсора з об'єктом для вимірювання координати точки дотику в системі координат X , Y , Z . Кожен такий контакт передається в CMM. Далі, на підставі отриманих координат, за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення будується 3D-модель сканованого фізичного об'єкта. Наприклад, її можна порівняти з моделлю, що була створена в САД-системі під час проєктування виробу. Це так званий зворотний інжиніринг (Reverse Engineering). Сенсором можна керувати вручну або програмно для автоматичного вимірювання. Він здатний із вищезазначеною високою точністю проходити по всій площині цього об'єкта, якої б складності він не був. Чим більше точок виявлено, тим точніше буде побудована 3D-модель. Для цього сенсор розташовується на кінці механічного зонду / щупу (probe). Найчастіше сенсор має форму кульки потрібного діаметру, яка і торкається об'єкта (рис. 7.29). Діаметр сенсору залежить від фізичних розмірів об'єкта, що досліджується. Другий кінець зонду приєднується до блоку керування його ступенями свободи у системі координат X , Y , Z . Він має шість ступенів свободи (6DOF). Може обертатися, рухатися по вертикалі (вісь Z), і по горизонталі в площині, що утворюють осі X , Y . Забезпечує рух високоточний механізм, до якого кріпиться

ся зонд. Поширеною конструкцією такого механізму є так званий міст (bridge), схематичне зображення якого наведено на рис. 7.30.

Історія СММ налічує не одне десятиліття, протягом яких ці машини постійно розвивалися. Тому існують інші типи СММ, що мають, насамперед, свої конструктивні особливості, конструкції зондів та обмеження щодо точності вимірювання: консольна (Cantilever) – максимально відкрита за своєю конструкцією для завантаження / вивантажування об'єктів вимірювання малого та середнього розміру (приклад: <https://hexagon.com/products/tigo-sf>); портална (Gantry) – призначена для вимірювання великих об'єктів (приклад: https://microtech-ua.com/index.php?id_product=13628&controller=product&id_lang=2); горизонтальна рука (Horizontal Arm) – (приклад: <https://fts.gr/horizontal-arm-cmms/>); портативна рука (Portable Arm) – для ручного вимірювання, що схожі на роботизований маніпулятор-руку.



Рис. 7.29. Різні моделі датчиків фірми Mitutoyo (UK) Ltd (<https://mitutoyo.co.uk>). Фото з вебсайта компанії ElectronicsCrazy¹¹⁴

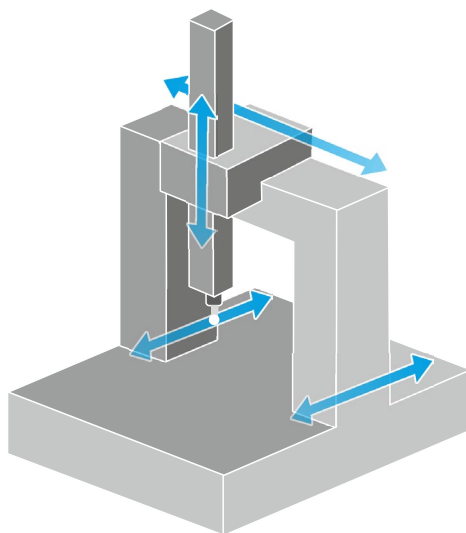


Рис. 7.30 Схематичне зображення координатно-вимірювальної машини типу міст¹¹⁵

¹¹⁴ Mitutoyo Probes for Coordinate Measuring Machines. <https://www.electronicscrazy.sg/mitutoyo-probes-for-coordinate-measuring-machines/> (дата звернення: 01.03.2023).

¹¹⁵ Singhose W. E., Seering W. P., Singer N. The Effect of Input Shaping on Coordinate Measuring Machine Repeatability. In 9th World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms. Milan, Italy, 1995. 6 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/2584285_The_

На рис. 7.31, до прикладу, наведено застосування портативного арму фірми Faro із США (<https://www.faro.com/en/Products/Hardware/Gage-FaroArm>). Стисло, але достатньо інформативно ознайомитися з усіма типами СММ, їх принципами роботи, перевагами і недоліками можна на Youtube-каналі китайського наукового центру щодо інноваційних змін виробництва Rapid Direct (<https://www.youtube.com/watch?v=Hb3qcj5RI1s>).

Чинники, що не дозволяють застосовувати СММ для оцифрування історико-культурної спадщини:

- складний та витратний за часом підготовчий етап до використання СММ: калібрування СММ; вибір зонда, що залежить від типу матеріалу та геометрії об'єкта; вирівнювання об'єкта в системі координат X, Y, Z. Фактично на цьому етапі утворюється 3D-простір, визначається точка, що призначається початком координат, в цій системі розташовується об'єкт, проводяться тестові заміри;
- невелика швидкість вимірювання;



Рис. 7.31 CSS Gage Max FaroArm туну портативний арм

– виконання вимірювання тільки тих поверхонь, до яких можна торкнутися. Отже, важкодоступні внутрішні або дрібні залишаються поза діапазоном можливого вимірювання СММ;

– деформація об'єктів, що виконані з м'яких або гнучких матеріалів. Дотик сенсором призводить не до точного вимірювання, а до зміни форми об'єкта;

– для забезпечення високої точності вимірювання створюються відповідні умови для роботи СММ з метою усунення будь-яких сил, що можуть вплинути на сенсор. Ці умови визначаються у відповідних стандартах, наприклад ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT), зокрема, температурно-вологісний режим у приміщенні, ізоляція від вібрації. Більшість СММ мають доволі масивну, ідеально рівну основу, яку виготовляють із різних матеріалів, зокрема, граніту.

Зазначені чинники обумовлюють СММ не для масового застосування та не дозволяють цей метод використовувати для 3D-оцифрування об'єктів історико-культурної спадщини.

Перспективними методами для 3D-оцифрування об'єктів історико-культурної спадщини вважається оцифрування за допомогою безконтактних 3D-сканерів, що поділяються на пасивні й активні¹¹⁶.

Пасивні сканери фактично складаються з однієї чи декількох камер і програмного забезпечення, що обробляє отримані цифрові зображення об'єкта, виконані з різних позицій. Якість цифрової 3D-копії залежить від кількості цифрових 2D-зображень об'єкта й їх якості та програмного забезпечення, що реалізує один із методів опрацювання отриманого масиву даних для створення точної моделі поверхонь об'єкта, який оцифровується, залежить реалістичність цифрового зображення цієї моделі, що виводиться на екран або буде надруковано 3D-принтером. До такого типу сканерів відносяться стереоскопічні відеосканери, фотометричні сканери, силуетні сканери.

Стереоскопічні методи фактично реалізують людське стереотипове бачення. Тому, для реалізації цього методу потрібно дві камери, розташовані на певній відстані між собою та спрямовані на об'єкт оцифрування, що одночасно виконують його фотографування. Програмне забезпечення

¹¹⁶ Романишин І., Маліцький А., Лозинський В. Класифікація та основні характеристики наземних 3D-сканерів. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2012. Вип. II (24). С. 69–74. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/87c466b8-7a90-42cd-9041-bd5c810dfd07/content> (дата звернення: 01.03.2023).

аналізує відмінності в отриманих зображеннях і визначає відстані до певних точок на зображеннях для визначення їх координат в системі X, Y, Z .

Фотометричні методи можуть ґрунтуватися на визначенні X -, Y -, Z -координат точок об'єкта в 3D-просторі за аналізом отриманих цифрових зображень об'єкта з однієї позиції, але з різним його освітленням, або за даними про об'єкт, отриманими за допомогою його цифрових зображень, виконаних з різних позицій (під різним кутом його бачення), що більше відповідає традиційному фотометричному методу, який давно застосовуються в геодезії, геодинаміці, картографії тощо, це так звана тріангуляція, в основі якої полягає побудова системи трикутників і вимірювання їх кутів. У пасивних 3D-сканерах розрахунок координат точки об'єкта, що оцифровується, у тривимірному просторі здійснюється за даними її проєкції на двох або більше цифрових зображеннях цього об'єкта, отриманих з різних ракурсів. Чим більше зображень (ракурсів), тим точніше визначається положення точки.

Силуетні методи полягають у визначенні силуету об'єкта оцифрування, контурної лінії, що відділяє його від фону, з яким об'єкт контрастує на отриманих цифрових зображеннях. Метод добре працює з випуклими формами, що наближені до точки огляду (зйомки) порівняно з фоном і не дозволяють якісно визначати увігнуті форми об'єкта оцифрування¹¹⁷.

В активних 3D-сканерах реалізуються такі методи визначення координат точок на поверхні об'єкта, що оцифровується, у тривимірному просторі:

– оптична тріангуляція зі змінною вимірювальною базою – визначення точки у тривимірному просторі, коли лазер і детектор розташовані в трикутній системі. Тому цей метод вимірювання позначають як 1D (dot – точка). Ідея полягає у вимірюванні зміни положення зображення зондуючої точки у формі плями (δz) на фотосенсорі пропорційно зміщенню об'єкта оцифрування (ΔZ) відносно тріангуляційного вимірювача. Точність вимірювання відстані до об'єкта залежить від розміру світлової зондуючої плями та точності знаходження її центру. Зазвичай, схематично принцип дії цих 3D-сканерів подають, як наведено на рис. 7.32. Однак, метод, переважно, застосовується в ручних 3D-сканерах. Отже, на практиці рухається не об'єкт оцифрування, а пристрій навколо об'єкта (рис. 7.33);

– техніка світлового розрізу є удосконаленням попереднього методу, в якому замість плями для зондування на поверхні об'єкта формується

¹¹⁷ Білінський Й. Й., Животівський С. М. Огляд методів 3D-контролю геометричних розмірів деталей. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2022. № 2. С. 114–122. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-161-2-114-122>.

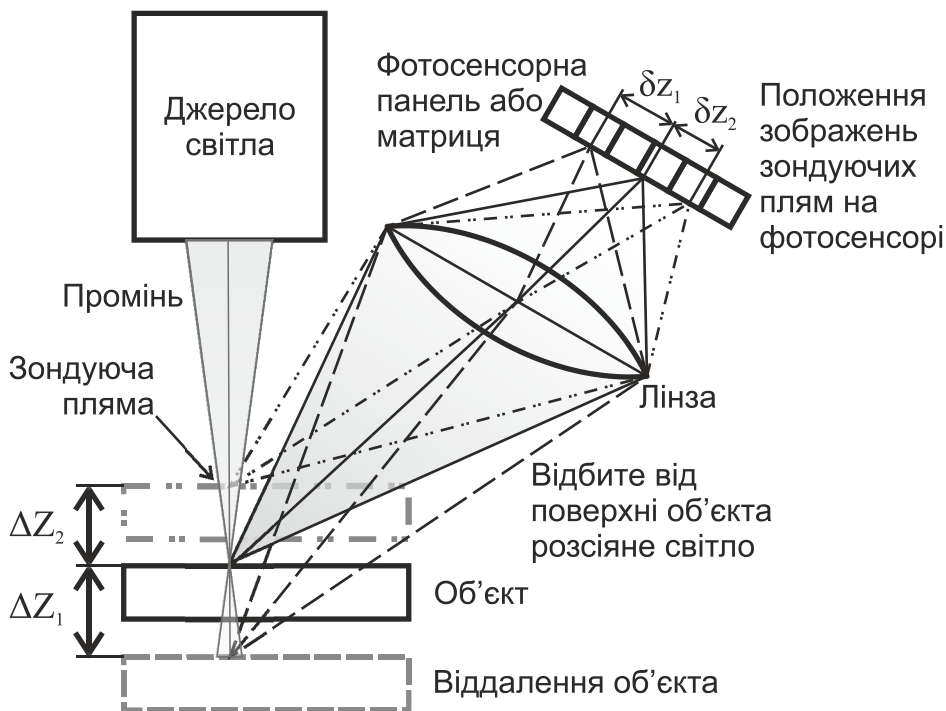


Рис. 7.32. Принцип оптичної тріангуляції зі змінною вимірювальною базою

світлова лінія, що нагадує лінію для розрізання об'єкта. Для отримання зображення такої лінії на сенсорі, застосовують матрицю фотосенсорів. Зважаючи, що для побудови відрізка потрібно і достатньо мати дві точки, цей метод позначається як 2D;

– проєкція точок (візерунку) на 3D-об'єкт (3D) полягає у формуванні на поверхні об'єкта множини точок, що утворюють візерунок із чорно-білих ліній, який напряду передається в комп'ютер за допомогою однієї або декількох цифрових камер високої роздільної здатності. Метод є найшвидшим, зважаючи, що миттєво формує масив точок.

Збір інформації про поверхні об'єкта у формі X-, Y-, Z-координат множини точок в тривимірному просторі називають тривимірною хмарою точок, що застосовується для побудови 3D-моделі об'єкта. Стисло з математичним апаратом наведених методів та принципами візуалізації поверхонь можна ознайомитися у статті Й. Й. Білинського та С. М. Животівського¹¹⁸.

¹¹⁸ Білинський Й. Й., Животівський С. М. Огляд методів 3D-контролю геометричних розмірів деталей. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 2. С. 118–121.



Рис. 7.33. Високоточний ручний 3D-сканер із п'ятьма режимами вимірювання FARO Leap ST Handheld 3D Scanner¹¹⁹

Найчастіше безконтактні активні 3D-сканери називають лазерними. Це справедливо, коли джерело світла, що формує зондальний промінь, є когерентним. Однак, можуть застосовуватися і некогерентні джерела.

Найбільш вражаючим проектом безконтактного лазерного 3D-сканування великих об'єктів стало оцифрування Собору Парижської Богоматері, також відомого під назвою Нотр Дам де Парі (фр. Notre Dame de Paris), віднесений до об'єктів Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО (<https://whc.unesco.org/en/list/600>), пам'ятка XII ст., що виконувалось протягом 2010–2015 рр. Ендрю Таллоном (Andrew Tallon, 1969–2018)¹²⁰, фа-

¹¹⁹ FARO Leap ST Handheld 3D Scanner. Official website of the FARO. URL: <https://www.faro.com/en/Products/Hardware/FARO-Leap-ST> (дата звернення: 01.03.2023).

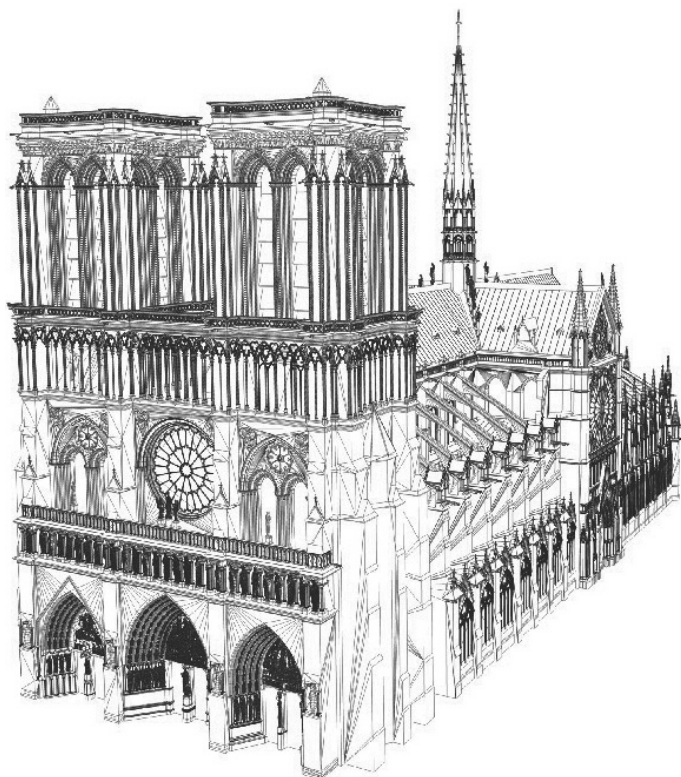
¹²⁰ Hartigan R. Historian uses lasers to unlock mysteries of Gothic cathedrals. National Geographic Society. June 22, 2015. Update April 16, 2019. URL: <https://www.nationalgeographic.com/adventure/article/150622-andrew-tallon-notre-dame-cathedral-laser-scan-art-history-medieval-gothic> (дата звернення: 01.03.2023).

хівцем з комп'ютерних наук, доцентом кафедра мистецтва коледжу Вассар (Associate Professor of Art Vassar College) у Нью-Йорку. Неодноразово проводила 3D-вимірювання собору Нотр Дам де Парі компанія Art Graphique & Patrimoine (AGP), провідне підприємство Франції в сфері оцифрування, використовуючи технології лазерного 3D-сканування та фотограмметрії фірми FARO (США), одного із лідерів у створенні та застосуванні таких технологій у світі, зокрема, за спеціальним проєктом у 2010–2013 рр. Лоренсом Стефаноном (Laurence Stefanon), співробітником компанії AGP¹²¹. Останнє оцифрування Нотр Дам де Парі було здійснено ще раз групою фахівців компанії AGP в екстреному порядку одразу після жакливого пожежі в соборі 15 квітня 2019 р.

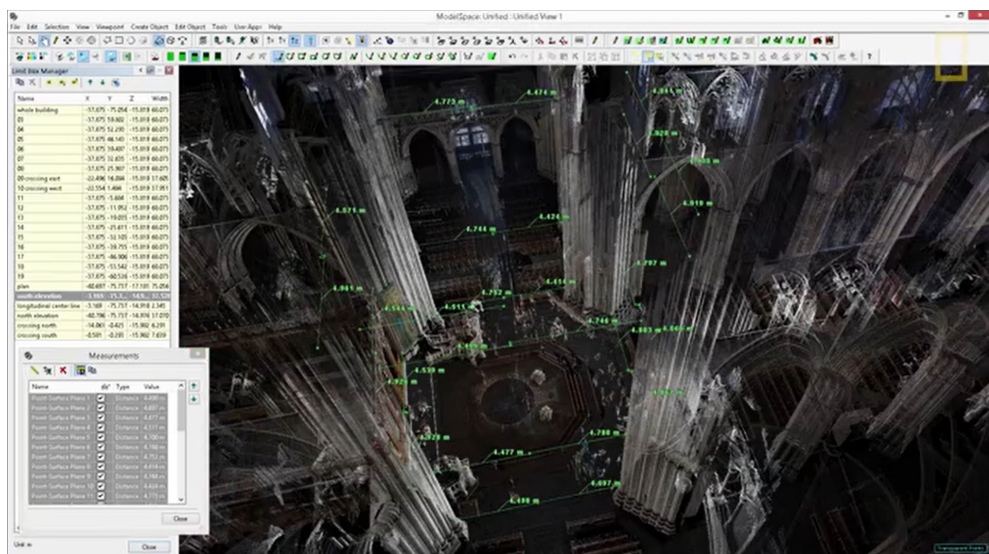
Ендрю Таллон розпочав свою роботу у 2010 р. у співпраці з компанією AGP, спеціалісти якої надавали йому консультаційні послуги. Дані про усі поверхні собору було отримано за допомогою одного LiDAR-сканера з 50 різних розташувань, що разом склали хмару із понад одного млрд точок у тривимірному просторі, за якими було створено першу цифрову 3D-модель всього храмового комплексу (рис. 7.34).

Застосована технологія LiDAR (Light Detection and Ranging) – виявлення світла та визначення за його допомогою дальності. Пристрої, що з другої половини ХХ ст. розроблялися провідними виробниками світу, найчастіше називають скорочено, як лазерний далекомір. Ці пристрої давно застосовуються в подібних ситуаціях, коли об'єкти виявлення розташовані на значній відстані від технічних засобів, що вимірюють відстань до них, навіть для пошуку невідомих об'єктів. Широко застосовуються в метеорології; сейсмології; геодезії, зокрема авіаційній і космічній; картографії; топографії; астрономії; археології; екології, зокрема, для моніторингу лісів і біомаси; гірничій справі; маркшейдерській справі, гідрології, зокрема, батиметрії – для визначення підводних глибин попередніх епох; криміналістиці, зокрема, в судових трасологічних експертизах; аерокосмічній, будівельній галузях, зокрема у мостобудуванні; для створення безпілотних автотранспортних засобів; у саперній справі для пошуку небезпечних предметів; риболовстві для пошуку риби; рятуванні, насамперед пошуку, людей на морі; в службі надзвичайних ситуацій для раннього сповіщення про лісові пожежі шляхом розрізняння аномалій у повітрі, породжених осередками пожеж; у системах машинного зору, зокрема підводного та для вирішення багатьох інших проблем.

¹²¹ Janberg N. Reconstruction of Notre-Dame – 3D survey as immediate measure. Structurae. URL: <https://structurae.net/en/products-services/reconstruction-of-notre-dame-3d-survey-as-immediate-measure> (дата звернення: 01.03.2023).



а)



б)

Рис. 7.34. Зображення цифрової 3D-моделі Нотр Дам де Пари, створеної Ендрю Таллоном: а) зображення одного із ракурсів загального вигляду ззовні; б) зображення внутрішньої частини в CAD-системі

Метод LiDAR реалізується в скануючій оптиці, що використовується в 3D-сканерах. Великі розміри таких об'єктів, як Нотр Дам де Парі й їх складні геометричні форми визначають вибір саме LiDAR-сканерів.

З 2020 р. системами LiDAR обладнані такі пристрої як iPhone и iPad¹²², що створює доступну альтернативу для оцифрування об'єктів історико-культурної спадщини, практичне застосування якої було досліджено в різних інституціях світу¹²³.

Принцип дії метода LiDAR полягає в направленні із передавача на непрозорий об'єкт сканування світлового променя, зокрема лазера. Відбите від об'єкта світло фіксується приймачем, що дозволяє визначати відстань до цього об'єкта. Світлові хвилі розсіюються в будь-яких середовищах. Розсіюється не тільки світло променя, що виходить із передавача, а також відбите світло від об'єкта, до якого вимірюється відстань. Зважаючи, що обидві хвилі проходять через одне і те саме прозоре середовище, в якому вони розсіюються, то другий параметр, що фіксується сканером – це інтенсивність розсіювання світла у прозорих середовищах. Обрахунок отриманих параметрів відстані й інтенсивності виконується за допомогою аналітично-евристичних методів, що реалізуються у програмному забезпеченні, яке обов'язково додається виробником до сканера. На підставі цих розрахунків визначаються ті самі точки на об'єкті, за якими будується 3D-модель об'єкта.

Саме такі складові LiDAR-сканера можна спостерігати на розповсюдженому відео Національним географічним товариством (National Geographic Society) США у 2015 р. про оцифрування Ендрю Таллоном Нотр Дам де Парі¹²⁴. Результати сканування одразу можна спостерігати на екрані сканера – отримана хмара точок в режимі реального часу розташовується на зображенні об'єктів, що скануються. Так само, на відео добре видно, як кольоровий лазер рухається по стінам і склепінням собору.

¹²² Pro with breakthrough LiDAR Scanner and brings trackpad support to iPadOS. Press release, March 18, 2020. Apple Inc. URL: <https://www.apple.com/newsroom/2020/03/apple-unveils-new-ipad-pro-with-lidar-scanner-and-trackpad-support-in-ipados/> (дата звернення: 01.03.2023).

¹²³ Losè T. L., Spreafico A., Chiabrando F., Tonolo G. F. Apple LiDAR Sensor for 3D Surveying: Tests and Results in the Cultural Heritage Domain. *Remote Sens.* 2022. Vol. 14 No. 17. Article number: 4157, 30 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14174157>; Zaczek-Peplinska J., Kowalska M. E. Evaluation of the LiDAR in the Apple iPhone 13 Pro for use in Inventory Works. In: FIG Congress 2022. *Volunteering for the future – Geospatial excellence for a better living*. Warsaw, Poland, September 11–15, 2022. 19 p. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2022/papers/ts03g/TS03G_zaczek-peplinska_kowalska_11458.pdf (дата звернення: 01.03.2023).

¹²⁴ Laser Scanning Reveals Cathedral's Mysteries. Youtube chanel National Geographic. 23 June, 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jAi29udFMKw&t=12s> (дата звернення: 01.03.2023).

Для побудови реалістичної візуалізації дослідник робив панорамні зображення частин, що сканувалися, за допомогою цифрової камери з дуже високим розділенням (рис. 7.35). Ці цифрові зображення потім використовувалися для їх точного розташування на поверхнях 3D-моделі під час її рендерінгу.



Рис. 7.35. Панорамне зображення на верхній зовнішній частині Нотр Дам де Парі через об'єktiv цифрової камери, що застосовував Ендрю Таллон (на фото). Права на фото належать Марії Таллон, дружині Е. Таллона¹²⁵

Модель вийшла настільки детальною і реалістичною, за ствердженнями її автора, «з точністю 5 мм» (із щільністю 2 точки на 1 см²), що 23 країни Європи виявили бажання створити цифрові 3D-копії своїх готичних споруд. Всього Е. Таллоном було створено 45 таких копій по всій Європі¹²⁶. Ця діяльність була розпочата із спроби лазерних сканувань го-

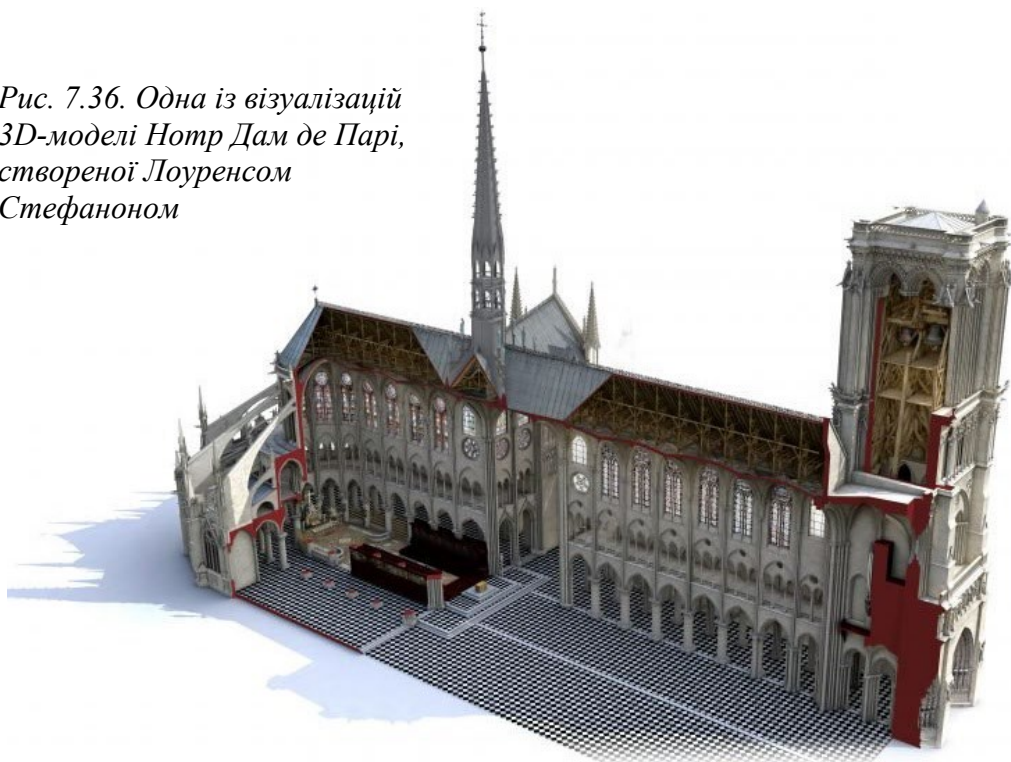
¹²⁵ This Man Saved Notre Dame Cathedral Without Knowing It. Youtube chanel of the DW Shift. Apr 8, 2022. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=2CBNPKSNTbc> (дата звернення: 01.03.2023).

¹²⁶ Tara R. For God and for France – Rebuilding Notre Dame. *WTWH Media, LLC*. May 3, 2023. URL: <https://www.engineering.com/for-god-and-for-france-rebuilding-notre-dame/> (дата звернення: 01.03.2023).

тичної будівлі у 2001 р. у соборі в м. Бове (Beauvais), розташованого на північ від Парижа, разом зі Стівеном Мюрреєм (Stephen Murray), істориком мистецтва, який до того вимірював цю споруду вручну сталевою стрічкою та дерев'яним штангенциркулем.

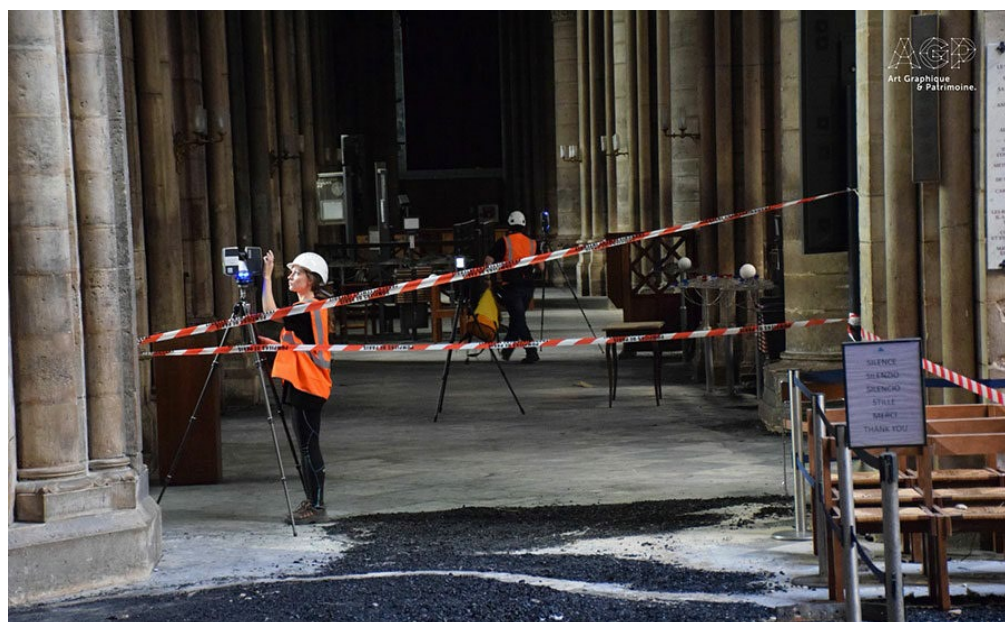
Спеціаліст AGP Лоуренс Стефанон працював над створенням 3D-моделі Нотр Дам де Парі для отримання детальної інформації про її історичну реконструкцію в навчальних цілях. Результатом стала масивна 3D-модель, що охоплює 14 етапів будівництва собору, починаючи з 1163 р. і до часу її знищення пожежею¹²⁷. Кожен етап представляється окремою моделлю та її візуалізацією. Проєкт був реалізований за допомогою 3D-сканерів і програмного забезпечення фірми FARO (рис. 7.36).

Рис. 7.36. Одна із візуалізацій 3D-моделі Нотр Дам де Парі, створеної Лоуренсом Стефаном



Сканування, що виконала компанія AGP одразу після пожежі Нотр Дам де Парі в дуже стислі строки, проводилось за допомогою 12 лазерних 3D-сканерів FARO Focus S150 (рис. 7.37) і команди з 7 інженерів з понад 300 позицій, що дозволило отримати загалом хмару із майже 40 млрд точок із щільністю 1–2 точки на 1 мм², а також 46 000 цифрових зобра-

¹²⁷ Notre-Dame de Paris au fil des siècles – Reconstitution 3D. Art Graphique & Patrimoine. April 14, 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pR0n6K4O8ig> (дата звернення: 01.03.2023).



*Рис. 7.37. Масове застосування лазерних 3D-сканерів для сканування
Нотр Дам де Парі*

жень¹²⁸. Зокрема, дані про дерев'яний каркас склали 150 сканів із загальною кількістю точок близько 5 млрд. Якщо Ендрю Таллону доводилось самотужки вишукувати локації придатні для охоплення усіх поверхонь собору, навіть, на висоті 80 футів (понад 24 м), то в частково зруйнованій будівлі це було неможливим. Для сканування важкодоступних частин пошкодженого собору були застосовані спеціальні дрони (рис. 7.38).



Рис. 7.38. Застосування дронів для збору даних про важкодоступні частини зруйнованого пожежею Нотр Дам де Парі

Отримані дані пошкодженого собору порівнювалися з даними, що накопичувалися протягом 25 років компанією AGP, зокрема Лоуренсом Стефаноном, а також Ендрю Таллоном. Моделювання виконувалось з використанням програмного забезпечення компанії Autodesk¹²⁹ та із застосуванням штучного інтелекту. AGP знадобилося більше року, щоб створити повномасштабну цифрову модель собору, що містило сукупно 50 млрд точок і складалося з 12 450 моделей різних об'єктів. На сьогодні це найбільша цифрова 3D-модель і найточніша модель Нотр Дам де Парі.

Створена цифрова 3D-копія Нотр Дам де Парі була успішно використана для відновлення будівлі після пожежі, що знищила значну її час-

¹²⁸ Reina P. Digital Tools Join Traditional Methods for Notre Dame Rebuild. BNP Media. *Engineering News-Record*. April 25, 2021. URL: <https://www.enr.com/articles/51650-digital-tools-join-traditional-methods-for-notre-dame-rebuild> (дата звернення: 01.03.2023).

¹²⁹ Restoring Notre-Dame de Paris for future generations with BIM-driven renovation. Official website of the Autodesk Inc. URL: <https://www.autodesk.com/design-make/articles/bim-renovation-agp> (дата звернення: 01.03.2023).

тину, насамперед, дерев'яні конструкції споруди, особливо у верхній частині, зокрема шпиль, та її оздоблення. На сьогодні проєкт по відновленню собору добігає кінця. Урочисте відкриття та освячення оновленої споруди планується провести у 2024 р.

За допомогою LiDAR-сканерів були створені цифрові 3D-копії не лише Нотр Дам де Парі і тих споруд, що сканував Е. Таллон. Цей метод застосовувався й іншими інституціями для цифрового збереження історико-культурної спадщини, переважно, в Європі. Так, у 2018 р. було створено цифрову 3D-копію «Дому Пілата» (Casa de Pilatos, 1483) в Сивільї (Іспанія): <https://factumfoundation.org/our-projects/digitisation/columbia-university-advanced-preservation-technology-studio-training/fieldwork-at-casa-pilatos/>. У 2022 р. трьох кімнат Палаццо Те (Palazzo Te, 1536) в Мантуї (Італія), з їх багатим оздобленням: <https://factumfoundation.org/our-projects/digitisation/palazzo-te-and-factum-foundation/the-three-rooms-at-palazzo-te/>.

Не відстають від руху цифрового 3D-оцифрування й українські інституції. За останні роки ціла колекція українських історико-культурних пам'яток архітектури з усієї України була створена компанією Rearch Studio (RE^ARCH) із м. Біла Церква. З їх роботами краще знайомитися на офіційній сторінці компанії у Facebook (<https://www.facebook.com/Rearch.Studio/>).

Успішно виконані проєкти з 3D-оцифрування низки будівель, що входять до храмового комплексу Національного заповідника «Софія Київська». У грудні 2022 р. за міжнародної підтримки, зокрема за підтримки Європейської асоціації архітекторів кафедральних соборів, українською компанією Skeiron (м. Львів) було оцифровано екстер'єр та інтер'єр собору Софія Київська у Києві. Сканування будівлі виконано з понад 800 позицій¹³⁰. Отримані дані у формі хмари точок були використані для створення 3D-моделі собору, а зроблені 2D-цифрові фото високої якості – для реалістичного зображення собору у тривимірному просторі (рис. 7.39).

З іншими проєктами компанії Skeiron з 3D-оцифрування Андріївської церкви в Києві, Києво-Печерської лаври¹³¹, зокрема Троїцької надбрамної церкви¹³², та інших об'єктів історико-культурної спадщини України можна ознайомитися на їх офіційній сторінці в соціальній мережі Instagram (<https://www.instagram.com/skeiron.llc>).

¹³⁰ Лазерне сканування Софійського собору. Офіц. вебсайт Нац. заповідника «Софія Київська». URL: <https://st-sophia.org.ua/uk/novini/lazerne-skanuvannya-sofijskogo-soboru/> (дата звернення: 01.03.2023).

¹³¹ 3D-сканування Успенського собору. Офіц. вебсайт Нац. заповідника "Києво-Печерська лавра". URL: <https://www.kplavra.kyiv.ua/ua/node/3576> (дата звернення: 01.03.2023).

¹³² Бабій І. В Україні розпочали 3D-сканування церкви XII століття. Івано-Франківськ: Галицький кореспондент, 08.06.2023. URL: <https://gk-press.if.ua/v-ukrayini-rozpochaly-3d-skanuvannya-tserkvy-hii-stolittya/> (дата звернення: 01.03.2023).

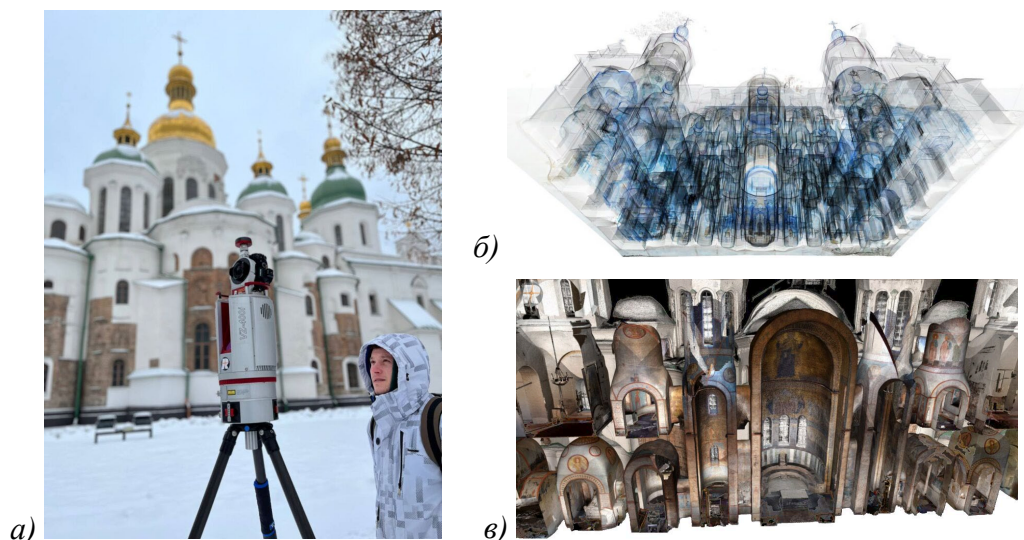


Рис. 7.39. Оцифрування собору Софія Київська: а) сканер RIEGL VZ-400; б) 3D-модель собору; в) зображення візуалізації 3D-моделі

За ініціативи доктора Бруно Десландеса було проведено сканування та виготовлено 3D-модель пам'ятки архітектури XII ст. Кирилівської церкви, що входить до попереднього списку культурної спадщини ЮНЕСКО. Проект реалізовано Ризьким технічним університетом і компанією ARCHIttrav, за підтримки Міністерства культури та інформаційної політики України та Міністерства культури Латвійської Республіки»¹³³. Із отриманої цифрової 3D-копії церкви і всього його оздоблення було створено віртуальну екскурсію по об'єкту у формі відео, доступного на офіційному вебсайті Національного заповідника «Софія Київська».

Як було наведено вище, 3D-сканування історико-культурної спадщини не обмежується лише спорудами та їх багатим настінним, насамперед, внутрішнім оздобленням. Це і безліч предметів, переважно, музейних, окремі цифрові 3D-копії яких представляють не меншу історико-культурну цінність, ніж споруди, в яких вони часто розташовані: статуї, кераміка, меблі тощо.

Досліджена нами історія 3D-оцифрування Нотр Дам де Пар і наведені інші приклади подібного оцифрування споруд та їх оздоблення є значним кроком у розвитку таких технологій, насамперед, лазерного 3D-сканування об'єктів в цілому. Чи можуть такі методи застосовуватися для

¹³³ 3D-сканування Кирилівської церкви. Офіц. вебсайт Нац. заповідника «Софія Київська». URL: <https://st-sophia.org.ua/uk/novini/3d-skanuvannya-kirilivskoyi-tserkvi-12-st/> (дата звернення: 01.03.2023).

успішного 3D-оцифрування документальної історико-культурної спадщини як рукописи, стародруки, архівні документи? На нашу думку, ще недавно основними недоліками методу LiDAR-сканування дрібних об'єктів була точність відповідних 3D-сканерів, зважаючи, що розміри товщин (шарів) матеріалів аркушу рукопису чи стародруку вимірюються в мікрометрах. Точність до 1–2 точки на 1 мм² для об'єктів з площею основи близько 4 тис. м² і площею кам'яних стін понад 30 тис. м², як у Нотр Дам де Пар, вражає, і навіть 2 точки на 1 см², за технологіями сканування десятирічної давнини. Але цього явно замало для оцифрування об'єктів структура яких має низький рельєф, що вимірюється одиницями мікрометрів і, навіть, зменшується до нанометрів. Отже, потрібна точність на два порядки більша за ту, з якою був оцифрований Нотр Дам де Пар компанією AGP. Як було зазначено вище, технології продовжують розвиватися. Тому на сьогодні вже створені 3D-сканери за методом LiDAR, мають точність вимірювання до 20 мкм, наприклад, той ручний 3D-сканер FARO Leap ST Handheld 3D Scanner, що наведений на рис. 7.24. Однак, цієї точності ще недостатньо. Крім того, під час застосування методів 3D-модулювання спостерігається: висока технологічна складність отримання й оброблення даних, що не дозволяє обходитися без висококласних спеціалістів з інформаційних технологій; рутинність процесу, що потребує чимало часу; достатньо висока ціна 3D-сканерів, CAD-систем та іншого програмного забезпечення. Це знижує привабливість 3D-оцифрування для палеографів, книгознавців, бібліотекознавців і архівознавців, які на сучасному етапі задовольняються масовим якісним 2D-оцифруванням документів, що, дійсно, дозволяє зробити наукові дослідження більш ефективними. Цифрові 3D-копії рукописів і стародруків вражають, але методи їх створення методом вимірювання потребують подальшого вдосконалення – отриманий результат залишається занадто витратним.

Для спеціальних проєктів дослідження прихованої інформації документальних пам'яток більш прийнятними методами, нами вважаються методи 2.5D-оцифрування їх поверхонь, що розглянуті вище.

Тому, важливим аспектом розвитку технологій 3D-оцифрування є удосконалення методів вимірювання, підвищення їх точності, якості та швидкості функціонування 3D-сканерів, що характерні для нових моделей, які пропонуються на ринку відповідної продукції. Це може наблизити бібліотеки, архіви та музеї до масового застосування 3D-сканерів за рахунок спрощення застосування, зменшення частки ручної праці та ціни.

Досвід застосування цифрової 3D-копії Нотр Дам де Парі для порятунку собору доводить, що отримана 3D-модель і цифрові копії поверхонь самі перетворилися на об'єкт історико-культурної спадщини, що підлягає

забезпеченню його збереження на рівні з іншими пам'ятниками. Це стосується й інших цифрових 3D-копій історико-культурних пам'ятників архітектури та музейних експонатів, створених за останній час у світі.

Крім надання доступу користувачам до цифрових 3D-копії у віртуальному середовищі, замість оригіналів, що, безсумнівно, впливає на покращення їх збереженості, практикується створення фізичних 3D-копій об'єктів історико-культурної спадщини, наприклад, шляхом друкування їх цифрової моделі на 3D-принтері.

7.10. 3D-друкування історико-культурної спадщини

Розрізняють формати даних для 3D-моделей, що застосовуються для перегляду об'єктів на екрані або за допомогою гарнітур віртуальної реальності, як було зазначено вище, і 3D-моделей для друку. Програмне забезпечення, призначене для 3D-друку, що здатне працювати з 3D-принтером, працює з певною низкою форматів даних. Саме в ці формати і слід конвертувати 3D-моделі, підготовлені в CAD-системах, якщо ці системи не дозволяють виводити 3D-моделі на 3D-друк. Якщо програма, в якій було створено 3D-модель, не дозволяє конвертувати її в формат 3D-моделі для друку, слід застосувати так званий слайсер (slicer) – програмне забезпечення, що призначене для імпортування 3D-моделі, наприклад, створеної в CAD-системі, та підготувати її для 3D-друкування. Такі флагмани систем автоматизованого проектування, як Autodesk, надають цілу низку програмних рішень з широким функціоналом, що дозволяє і 3D-моделювати, і 3D-друкувати: Autodesk 3ds Max, Maya, Inventor, Fusion 360 і AutoCAD¹³⁴. Також лінійку програмних засобів для 3D-моделювання і 3D-друкування надає компанія Adobe під загальною назвою Substance 3D¹³⁵. Разом з тим, вони мають чималу ціну, саму високу на ринку. Тому застосування 3D-технологій вимагає попереднього планування заходів і засобів, що будуть їх забезпечувати на кожному етапі. Такі виробники, як Autodesk, пропонують засоби для перевірки придатності 3D-моделей для їх представлення у форматі даних для друкування, насамперед, перевіряється повнота потрібних даних для відповідного формату. Самими поширеними форматами даних 3D-моделей для друкування на сьогодні є STL, OBJ і 3MF:

¹³⁴ What Autodesk 3D software is good for 3D printing? Official webportal of the Autodesk Inc. October 8, 2023. URL: <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/What-Autodesk-3D-software-is-good-for-3D-printing.html> (дата звернення: 01.03.2023).

¹³⁵ Adobe Substance 3D. Потужні інструменти для митців 3D. Офіц. вебпортал Adobe. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d.html> (дата звернення: 01.03.2023).

– STL (Stereolithography) є форматом даних для 3D-друкування за замовчуванням. Він визначає лише 3D-модель (сітку із мозаїчних трикутників і координати її вершин), переважно, призначену для відносно складних форм об'єктів, і сумісний з більшістю 3D-принтерів, слайсерів, та CAD-системами, що підтримують файли STL. Цей формат не підтримує визначені в 3D-моделі кольори, матеріали, текстури чи масштабування;

– OBJ є форматом даних, що на відміну від STL, може використовувати шестикутники і трикутники для визначення 3D-моделей. Це дає змогу створювати більш плавніші та точніші моделі, що друкуються з більш вищою якістю, ніж 3D-моделі у форматі STL. Формат OBJ містить інформацію про колір і текстуру та підтримується майже кожним 3D-принтером, слайсером і CAD-системою. Однак, він не містить інформації про масштабування, що може створити проблеми з визначенням розміру при повторному виробництві;

– 3MF (3D Manufacturing Format) є відносно новим стандартом формату даних для 3D-друкування. Він представляє дані про масштабування, кольори, сітку, матеріал і текстуру, що ідеально підходить для створення детальних 3D-моделей. 3MF може керувати кількома геометріями та використовувати їх незалежно. Досягається це структуруванням даних у форматі XML, на якому засновано підготовку даних про сітку 3D-моделі у форматі 3MF, і об'єднання інших складових у форматі Zip, це файли пов'язаних матеріалів і текстур. Такий підхід призводить до зменшення розмірів даних збільшених для розширення можливостей 3D-друкування, на відміну від форматів даних STL та OBJ. Завдяки застосуванню XML параметри сітки 3D-моделі можна розкрити в будь-якому текстовому редакторі та, навіть, редагувати їх вручну при певній підготовці фахівця¹³⁶.

Винайшов 3D-друкування Чак Халлом (Chuck Hull) із американської компанії 3D Systems ще у 1983 р. Нова методологія отримала назву стереолітографія (Stereolithography Apparatus, SLA). Загальний її принцип такий: на потрібні ділянки тонкого шару рідкого фотополімеру (смоли) впливають променем ультрафіолетового лазера, що призводить до затвердіння рідини та її прикіпання до матеріалу, з яким вона у той момент контактує. Так, шар за шаром відбувається будова (друк) 3D-об'єкта. Для цього 3D-модель майбутнього об'єкта за допомогою програмного забезпечення розділяється по вертикалі (вісь Y тримірному просторі) на множини тонких шарів (50–150 мкм). Промінь світла впливає на фотополімер відповідно до отриманих проєкцій цих шарів, що утворюється по горизон-

¹³⁶ Rutledge E. How To Choose the Right 3D Printing File Format. Official website of the Additive-X Ltd. December 20, 2022. URL: <https://additive-x.com/blog/how-to-choose-the-right-3d-printing-file-format> (дата звернення: 01.03.2023).

талі в площині осей X і Y . Кількість шарів забезпечує точність майбутнього твердотільного виробу. Зважаючи, що матеріал, із якого створюють виріб, додається до нього, таку технологію прийнято називати адитивною (additive), наприклад, на відміну від роботи скульптора, який віднімає матеріал від кам'яної глиби, або різьбяра по дереву, гравірувальника по металу тощо.

На рис. 7.40 схематично наведено принцип друку методом стереолітографії (SLA) із використанням рідкої фотополімерної смоли, що застосовувався у перших моделях 3D-принтерів, коли платформа з виробом розташовувалася в ємкості з полімером і поступово заглиблювалася у цю ємкість. Утворення тонкого шару полімеру забезпечував точний механізм, що пересував платформу по вертикалі (вісь Y) із заданим кроком, та спеціальний механізм, що розрівнював смолу по горизонталі над вже надрукованою частиною виробу. Керування променем лазера забезпечувало дзеркало, що міняло свій кут розташування, спрямовуючи промінь на потрібну ділянку полімеру в площині (X, Y) . І так, шар за шаром, друкується твердий об'єкт відповідної форми. Кожен наступний шар сплавляється з попереднім за рахунок властивостей полімеру, що може змінювати свій стан.

Для реалізації зазначеної методології за 40 років було розроблено низку 3D-адитивних технологій.

У сучасних моделях 3D-принтерів, в яких для друку застосовуються рідкі фотополімерні смоли, рухома по вертикалі платформа розміщується зверху (рис. 7.41), а ємність зі смолою знизу.

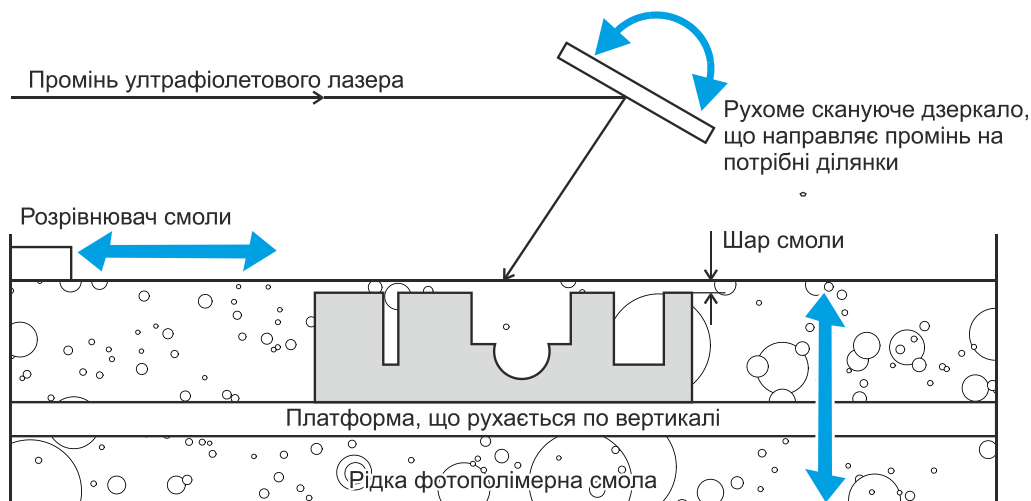


Рис. 7.40. Схематичне зображення принципу SLA 3D-друкування

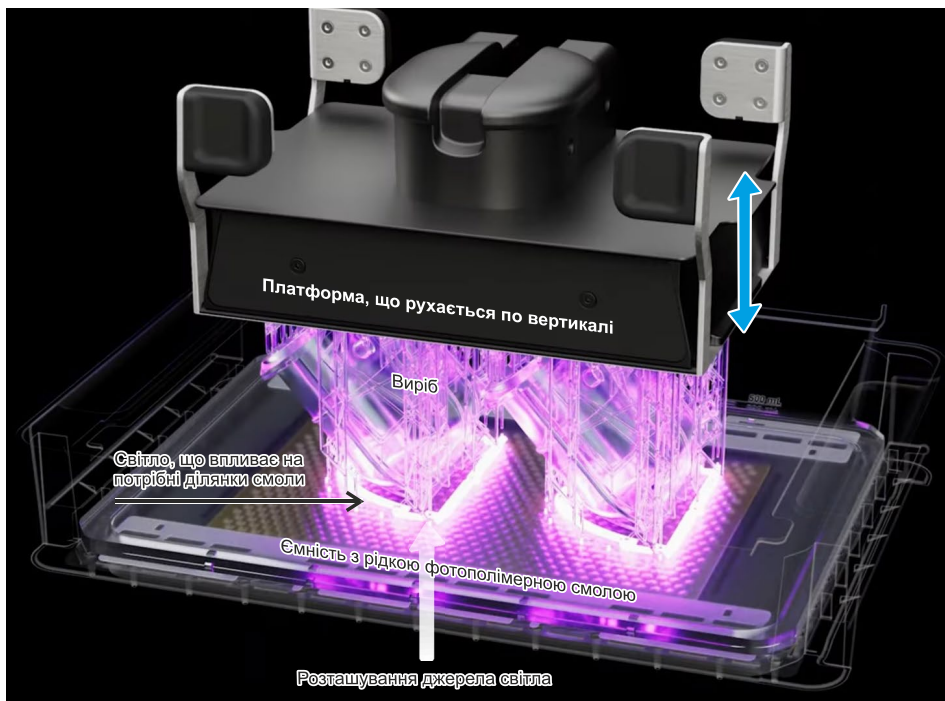


Рис. 7.41. Схематичне зображення DLP-принципу 3D-друкування¹³⁷

Промінь світла проникає на потрібний шар полімеру знизу. Це дозволяє зменшити розміри ємності з полімером і суттєво збільшити можливості 3D-принтерів щодо фізичних розмірів виробів, які можна надрукувати, насамперед, за рахунок заощадження недешевої смоли. У таких моделях виріб розташовується не над платформою, а під нею, і відповідно наступний шар смоли розміщується під вже надрукованою частиною виробу шляхом вмочування її в ємність із смолою.

3D-друк методом SLA забезпечує високу точність, зважаючи, що промінь лазера фактично поступово повторює проєкцію чергового шару виробу по всій його площині. Проте, на це потрібно чимало часу. Для прискорення процесу друку у 3D-принтерах стали застосовувати друк методом цифрової обробки світла (Digital Light Processing, DLP), заснованому на використанні цифрового мікродзеркального пристрою (digital micromirror devices, DMD), що фактично керує тисячами дрібних дзеркал, які спрямовують світло на фотополімер, одразу утворюючи у ньому всю проєкцію чергового шару виробу. Це значно прискорює процес 3D-друку.

¹³⁷ Guide to Stereolithography (SLA) 3D Printing. Formlabs. URL: <https://formlabs.com/global/blog/ultimate-guide-to-stereolithography-sla-3d-printing/> (дата звернення: 01.03.2023).

Крім того, згодом вдалося зменшити розмір шару смоли, призначеного для затвердіння, до 15 мкм, що дозволило підвищити точність друку методом DLP.

Наступним кроком у розвитку 3D-друку став метод фотополімеризації за допомогою рідкокристалічного екрану (Liquid Crystal Display, LCD). У фотополімерних 3D-принтерах цього типу використовуються потужні рідкокристалічні панелі з світлодіодним підсвічуванням для затвердіння смоли аналогічно до обладнання на базі технології DLP. Рідкокристалічний екран пропускає світло тільки через ділянки, що підлягають затвердінню, на готову деталь, спрощуючи процес і усуваючи необхідність у будь-яких складних пристроях керування дзеркалами або застосування гальванометрів. Якість LCD 3D-друку буде залежати від можливостей рідкокристалічного екрану, фактично як якість зображення моніторів і телевізорів, що працюють на підґрунті рідкокристалічних панелей.

Основним критерієм обрання фотополімерної смоли є довжина хвилі джерела світла конкретної моделі 3D-принтера. На сьогодні найчастіше у 3D-принтери усіх типів застосовується засвічування фотополімерів з довжиною хвилі 405 нм. Ще одним важливим критерієм вибору смоли, особливо, для промислового обладнання, є рекомендації виробника, що помітно впливає на якість майбутніх виробів. Тут спостерігається пряма залежність ціни від якості смоли. З великою імовірністю неможливо досягти високої якості виробу при застосуванні дешевої смоли, навіть, на промисловому обладнанні.

Ще однією технологічною особливістю такого методу 3D-друку є потреба в обробці надрукованого об'єкта спиртовими розчинами, його промиванні від залишків смоли, що, зрозуміло, сприяє збільшенню загальних витрат на виготовлення виробу.

Крім зазначеного підходу з використанням рідкої фотополімерної смоли, було винайдено адитивні технології 3D-друку твердими матеріалами, що розігрівається і наплавляється шар за шаром на виріб. Твердий матеріал подається у формі полімерної нитки через так званий екструдер, що виштовхує матеріал, розплавляє його та формує із нього проєкцію наступного шару виробу, який наплавляється на готову частину виробу. Формування матеріалу відбувається за допомогою сопла, що рухається по горизонталі в площині (X, Y). Матеріал плавиться за допомогою направленої на сопло джерела енергії (Directed Energy Deposition, DED). Такий метод друку відомий під назвами FDM (Fused Deposition Modeling) – моделювання методом наплавлення (осадження), або FFF (Fused Filament Fabrication) – виготовлення методом плавленої нитки. Для виготовлення нитки застосовується полілактид або полімолочна кислота (PolyLactid Acid). Отже, часто такий матеріал називають просто ниткою PLA (ПЛА).

Також матеріалом для виготовлення нитки є акрилонітрил-бутадієн-стирол (Acrylonitrile Butadiene Styrene), що нині знайшов широке застосування в різних галузях діяльності. Таку нитку найчастіше називають просто ABS (АБС). На відміну від ABS, що є потрійним співполімером, який отримують шляхом полімеризації стиролу (у пропорції з іншими полімерами, який варіюється від 40 до 60%) з акрилонітрилом (від 15 до 35%) у присутності полібутадієну (від 5 до 30%), PLA-нитка є екологічно чистою, зважаючи, що являє собою біорозкладаний термопластичний полімер, який виготовляється з цукрового очерету або кукурудзяного крохмалу.

Для підвищення точності 3D-друку в сучасних моделях принтерів застосовуються десятки і сотні сопел, що дозволяють виконувати багатоструменеве моделювання виробів (Multi Jet Modeling, MJM)¹³⁸. Метод застосовується як для твердотільних, зокрема воску, так і рідких фотополімерних смол. Підвищення точності 3D-друку, в останніх моделях 3D-принтерів з товщиною шару друку до 13 мкм, дозволило застосовувати цей метод друку для виготовлення прототипів виробів; моделей з тонкими стінками, зокрема, витонченим дизайном; точних шаблонів форм для лиття тощо.

Наприклад, компанія 3D Systems запатентувала власну назву технології багатоструменевого друку (MultiJet Printing, MJP), що реалізує цей метод в їх 3D-принтерах, зокрема, модельному ряді професійних пристроїв ProJet (<https://www.3dsystems.com/multi-jet-printing>).

На рис. 7.42 наведено друк твердотільним матеріалом, який нашаровується від платформи до верху. У наведеному прикладі матеріал подається із котушки, на яку він накручений як нитка.

Методи застосування твердого матеріалу у формі порошку отримали свої назви відповідно до технологій, що застосовуються для реалізації направлено на них джерела енергії DED. До легкоплавких полімерів застосовують промінь лазера, тому такий метод називається вибіркоким (селективним) лазерним спіканням (Selective Laser Sintering, SLS).

Якщо використовуються більш високотемпературні матеріали, наприклад, металеві сплави, то до них застосовують технології зварювання:

- вибіркоче лазерне плавлення (Selective Laser Melting, SLM) металевій порошкової суміші;
- пряме лазерне спікання металу (Direct Metal Laser Sintering, DMLS).

Ці методи дозволяють виготовляти високоточні вироби високої міцності. Тому вони знайшли широке застосування, наприклад, в аерокосмічній галузі.

¹³⁸ Zacharias D. What is Multi Jet Modeling? Official website of the Igus GmbH. June 30, 2019. URL: <https://blog.igus.eu/knowledge-base/what-is-multi-jet-modeling/> (дата звернення: 01.03.2023).

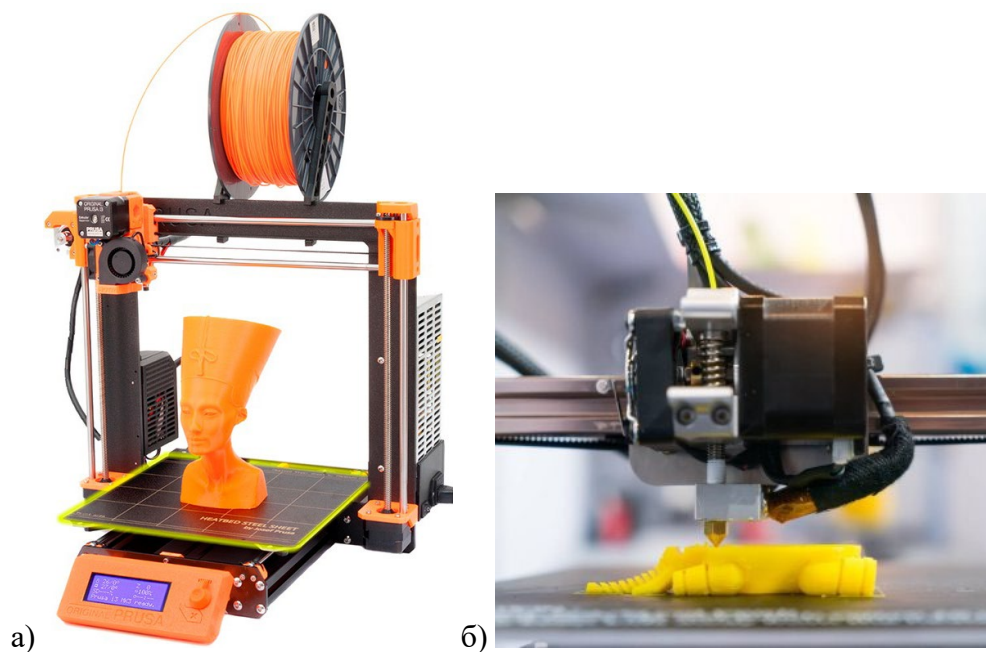


Рис. 7.42. 3D-друкування твердим матеріалом: а) 3D-принтер Original Prusa I3 MK3S+¹³⁹; б) екструдер у процесі друкування

На нашу думку, достатньо детально інформація про методологію та технології 3D-друкування викладено у конспекті лекцій «3D друк в умовах біомедичного використання (3D Printing for Biomedical Applications)», «напрямку підготовки 163 »Біомедична інженерія» викладачів ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (нині розташовується в м. Дніпро), до якого надається вільний доступ¹⁴⁰ і навчальному посібнику науковців із Вінницького національного технічного університету¹⁴¹.

¹³⁹ 3D принтер Original Prusa I3 MK3S+. Офіц. вебсайт 3Dreams. URL: <https://3dreams.com.ua/ua/product/3d-принтер-original-prusa-i3-mk3/> (дата звернення: 01.03.2023).

¹⁴⁰ 3D друк в умовах біомедичного використання: конспект лекцій з дисципліни «3D друк в умовах біомедичного використання» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Б. В. Єфременко. Маріуполь : ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», 2019. 56 с. URL: <https://events.pstu.edu/bioart/wp-content/uploads/sites/3/2020/04/3d-printing-for-biomedical-applications-lec.pdf> (дата звернення: 01.03.2023).

¹⁴¹ Манжілевський О. Д., Іскович-Лотоцький Р. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчал. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 105 с.

На сьогодні для друку застосовуються тисячі видів матеріалів, переважно полімерних та сплавів металів і металів з неметалами¹⁴², теоретично це будь-який матеріал, що здатний тверднути і змінювати свій стан. Важливою умовою є забезпечення відповідної температури плавлення цих матеріалів. Тому слід уважно вивчати можливості 3D-принтерів, якщо потрібно створити вироби із відповідного матеріалу.

До прикладу, для навчальних проєктів у Центральній науковій бібліотеці Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна застосовується 3D-принтер Flashforge Creator, що використовує технологію FDM/FFF і дозволяє створювати об'єкти із пластика ABS та PLA (<https://www.facebook.com/share/p/1HrALZAMbk/>).

Чи можна застосовувати зазначені технології 3D-друкування для створення копій рукописів і стародруків? Зрозуміло, що це недоцільно для масового застосування. Проте, можна замислитися над їх застосуванням для створення копій, по-перше, рукописів, що виконані на матеріалах і технікою, для яких їх 3D-друкування може стати надійним засобом покращення збереженості, насамперед, це пам'ятки, виконані на камені, кістці, воску, інших матеріалах з глибоким письмом, а також письмом, що виконано із різних твердих матеріалів, що достатньо високим шаром матеріалу (чорнила, фарба) накладені на основу; по-друге, обкладинок рукописів і стародруків і елементів їх оздоблення, яким часто прикрашені ці пам'ятки; по-третє, вислих печаток, що додаються до різних архівних документів; по-четверте, основи сувоїв, зокрема Сефер Тор; по-п'яте, пакування пам'яток, що також може становити культурну цінність і бути невід'ємною частиною пам'яток. Крім того, це можуть бути будь-які предмети, що зберігаються в бібліотеках, архівах і музеях.

Разом з тим, методи 3D-друкування продовжують свій незупинний розвиток, зокрема, виробники постійно працюють над підвищенням точності друку, що ґрунтується на зменшенні фізичних розмірів окремих порцій матеріалів, які обробляються їх пристроями. Це дозволяє їм гарантувати надійний друк самих складних 3D-моделей.

Важливим чинником подальшого застосування професійного обладнання для 3D-друку предметів історико-культурної спадщини залишається висока ціна цього обладнання.

Вважаємо, вартим на увагу є метод копіювання рукопису та інших текстів за допомогою плотера, створеного на основі 3D-принтера (рис. 7.43).

¹⁴² Material Finder. Official website of the 3D Systems. URL: <https://www.3dsystems.com/material-finder> (дата звернення: 01.03.2023).

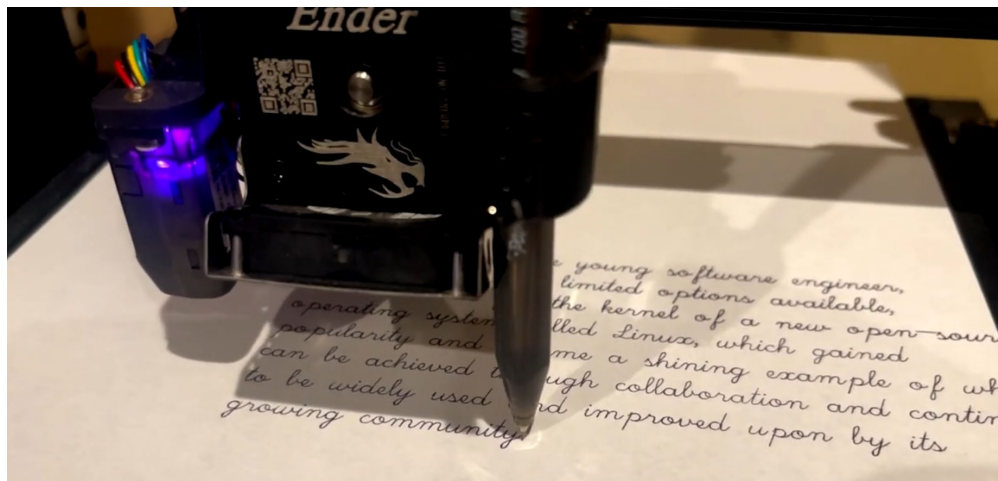


Рис. 7.43. Штучний рукопис за допомогою 3D-друку тексту¹⁴³

Цей метод, що нагадує одну із безліч дивакуватих ідей, вже взято на озброєння ледачими, але винахідливими студентами для переписування конспектів одногрупників. Викладачі теж не відстають від розвитку технологій та в своїх коментарях до постів з порадами щодо подібних рішень, повідомляють, як вони відстежують такі конспекти. На сьогодні метод має багато недоліків, які потребують усунення. На нашу думку, запропонована технологія потребує доопрацювання за допомогою штучного інтелекту, який можна навчити повторювати почерк максимально близько до оригіналу.

7.11. 4D-реконструкція історико-культурної спадщини

У проєкті «Машина часу» (Time Machine), який вже згадувався у контексті консолідованої діяльності, зокрема трансграничної, для створення електронних інформаційних ресурсів присвячених історико-культурної спадщини, реалізується цифровий контент процесор (Digital Content Processor) і три режими відтворення інформації для забезпечення 4D-реконструкції історико-культурної спадщини, що дозволяє спрямувати проєкт у майбутнє (<https://www.timemachine.eu/about-us/>).

Перший режим Universal Representation Engine, призначений для універсального представлення даних. Другий – Large Scale Inference Engine (механізм прийняття великих за своїми масштабами рішень) застосовує програмний двигун, що робить логічні висновки на підґрунті ве-

¹⁴³ Sawires A. Writing with a 3D Printer! @AntounSawires YouTube Chanel (USA). February 9, 2023. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BG6ltLwgPHQ> (дата звернення: 01.03.2023).

ликих даних, фактично це попередньо побудована база з численними фактами і правилами відповідно до законів формальної логіки. Цей метод застосовуються сьогодні у багатьох технологіях, зокрема для забезпечення функціонування штучного інтелекту. Третій – для 4D-модулювання (4D Simulation Engine). Розробники цього рішення представляють схематично отримання четвертого виміру (часового), в якому формується додатковий інформаційний шар про зміни історико-культурної спадщини, у формі сфери, що вкриває куб, яким позначають тривимірний простір.

Дослідники із Національного технічного університету Афін (Греція) розкривають поняття цифрового 4D-моделювання в культурній спадщині (digital 4D modelling in cultural heritage) як створення точних змінних у часі 3D-реконструкцій об'єктів культурної спадщини для фіксації часових геометричних варіацій/спотворень, тобто просторово-часової оцінки¹⁴⁴.

У 2013–2016 рр. Єврокомісією фінансувався (1 360 092,79 євро) проєкт 4D-CH-World (Чотиривимірний світ культурної спадщини), що був спрямований на аналіз, проєктування, дослідження, розробку та валідацію інноваційної системи, що інтегрує найновіші досягнення в галузі комп'ютерного зору та навчання, а також 3D-моделювання та віртуальну реальність для швидкої й економічно ефективної реконструкції 4D-карт у дикій природі для особистого використання, а також на підтримку мети Європейського спільного дому та цифрових бібліотек Європіана й ЮНЕСКО «Пам'ять світу» (Memory of the World – <https://www.unesco.org/en/memory-world>) щодо формування відчуття спільної європейської культурної історії та ідентичності¹⁴⁵. Координатором проєкту виступив Технічний університет Криту (Греція). Головна мета 4D-CH-World полягала в наданні історикам, архітекторам, археологам, містобудівникам та будь-яким іншим афілійованим науковцям можливість реконструювати з доступних даних у сховищах, вивчати, розуміти, зберігати або документувати міське середовище, а також організовувати колекції тисяч зображень (просторово та у часі) для створення нових поглядів на історичні сцени шляхом взаємодії з їх 4D-моделлю, що сама змінюється у часі. З результатами цього проєкту пропонується ознайомитися на вебпорталі OpenAIRE (<https://www.openaire.eu>).

¹⁴⁴ Doulamis A., Doulamis N., Protopapadakis E. et al. 4D Modelling in Cultural Heritage. In: Ioannides M., Martins J., Žarnić R., Lim V. (Eds.) *Advances in Digital Cultural Heritage. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 10754. Springer, Cham. 2018. P. 174–196. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75789-6_13.

¹⁴⁵ Four Dimensional Cultural Heritage World. Final Report Summary – 4D-CH-WORLD. UNESCO. European Commission. July 25, 2018. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/324523/reporting> (дата звернення: 01.03.2023).

У 2018 р. міжнародна команда дослідників із Іспанії, Сполученого Королівства й Італії опублікували результати свого дослідження щодо 4D-реконструкції ландшафтного масштабу Адріанова валу (Hadrian's Wall) у Сполученому Королівстві та Міланського римського цирку (Milan Roman Circus) в Італії, представлених на основі методологічного підходу до змінних у часі об'єктів матеріальної культурної спадщини (tangible Cultural Heritage time-varying presented), розробленого у межах проєкту «Культурна спадщина крізь час» (Cultural Heritage Through Time, CHT2: <https://cht2-project.eu>). На думку дослідників, «введення четвертого виміру часу в 3D-геометричне моделювання даних реального світу дозволяє створити багаточасове представлення об'єкта для планування його обслуговування та просування»¹⁴⁶.

Праця 4D-терморефлектографія культурної спадщини італійських дослідників із Римського університету (University of Rome) й Інституту спадщини пропонує новий метод вивчення культурної спадщини на основі методів дослідження 4D-моделювання та оцифрування творів мистецтва у середньому спектральному діапазоні інфрачервоного випромінювання, що дозволило створити їх 3D-модель. Тривимірна геометрія артефакту реконструювалася шляхом безпосередньої обробки інфрачервоних зображень за допомогою методів Structure from Motion. Для отримання віртуального 4D-зображення артефактів застосовувалася імпульсна термографія. Це дозволило дослідити приховані елементи в цифровій 3D-моделі оцифрованих об'єктів. Результати гуманітарних та природничих досліджень тепер відтворюються у 4D-моделі у вигляді інтерактивних семантичних анотацій та візуалізуються на 3D-вебплатформі¹⁴⁷. Для нас важливо, що у представленій статті особлива увага приділяється стародавнім рукописам, які є предметом спеціальних досліджень та експериментів протягом 2021–2023 рр., що стало можливим завдяки проєкту «Codex 4D – 4-вимірне подорож у рукописі» (Codex4D – 4 Dimensional Journey in Manuscript, 2014/2020): <https://www.heritageresearch-hub.eu/project/codex4d/>. Інноваційність запропонованої методики полягає у застосуванні цифрової фотограмметрії (Digital Photogrammetry), після отримання зображень у видимому спектральному діапазоні з різних ракурсів, що включає такі

¹⁴⁶ Rodríguez-Gonzálvez P., Muñoz-Nieto A. L., del Pozo S. et al. 4D Reconstruction of Cultural Heritage Sites. In: Remondino F., Georgopoulos A., González-Aguilera D., Agrafiotis P. (Eds.). Latest Developments in Reality-Based 3D Surveying and Modelling. MDPI, Basel, Switzerland, 2018. P. 119–140. DOI: <https://doi.org/10.3390/books978-3-03842-685-1-6>.

¹⁴⁷ Mercuri F., Pietroni E., D'Annibale E. et al. 4D Thermo-reflectography of Cultural Heritage. *Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage*. 2023. P. 129–135. DOI: <https://doi.org/10.2312/gch.20231168>.

кроки реконструкції: виявлення ознак; зіставлення ознак; орієнтація зображення; щільна стереореконструкція; обчислення сітки; побудова текстури. Використання інфрачервоних зображень створює серйозну проблему як у виявленні, так і у зіставленні ознак, що призводить до поганого або неможливого обчислення положення камери для подальшого 3D-моделювання. З цієї причини застосований метод було модифіковано додатковими кроками попередньої та постобробки для роботи з наборами даних, що складаються виключно з інфрачервоних зображень, отриманих у спектральному діапазоні середньодовжинного інфрачервоного випромінювання (Mid-Wavelength Infrared Radiation, MWIR), в якому термографія використовується найчастіше. Отже, представлені результати – це 3D-моделі, створені із зображень в діапазоні MWIR, отриманих за допомогою інфрачервоної камери, зокрема, перший трактат про 35 гарячих джерел навколо Неаполітанської затоки (після 1474 р.) із Публічної бібліотеки у Римі (Ms. 1474, De Balneis Puteolanis, Angelica Library, Rome), представлена на вебресурсі <https://codex4d.it> (рис. 7.44).

7.12. Приклади роботизації бібліотек

Дослідниками із Північно-Китайського інституту науки і технологій (<https://www.ncist.edu.cn>) – університет Саньхе (міський повіт округу Ланфан провінції Хебей КНР) у 2023 р. було розроблено конструкцію інтелектуального робота для обробки книг у невеликих бібліотеках з відк-



Рис. 7.44. Вебресурс з доступною для дослідження 4D-моделлю трактату (1474 р.) із Публічної бібліотеки у Римі (Італія)

ритим кодом і застосуванням штучного інтелекту (рис. 7.45)¹⁴⁸. На жаль, у статті не повідомляється про успішне впровадження цього прототипу в діяльність будь-яких бібліотек, але орієнтують свій винахід на шкільні бібліотеки з загальним обсягом фонду близько 100 тис. од. зб. Вочевидь, що такий робот може забезпечити часткову автоматизацію процесу пошуку книг для їх видавання користувачам в однопверхових сховищах з невисоким стелажним обладнанням. У статті достатньо детально повідомляється про технічні характеристики робота. Однак, зрозуміло, що такий робот дозволяє вирішити проблему автоматизації лише з пошуком книг та їх доставляння до зони видавання користувачам. Про повернення книг на місце зберігання не зазначається. Імовірно, це бібліотекарі будуть виконувати в традиційно ручному режимі. Відсутність у статті даних про результати впровадження цього роботу в бібліотечну справу або його тестових випробувань викликає у нас занепокоєність щодо його впливу на збереженість книг, які будуть цим роботом переміщуватися з полиць до його контейнеру, зважаючи на запропонований розробниками спосіб висування потрібної книги із щільного ряду книг за допомогою гумового колеса. Вважаємо за потрібне, перед введенням у промислову експлуатацію цього виробу проведення випробувань для отримання наочних результатів на різних зразках друкованої продукції, що підтверджують його безпечне застосування, та даних вимірювань сили впливу колеса на книги в Н/м², особливо, щодо пошкодження на розрив краю корінця, а також його розгинання / згинання, стирання під впливом цього колеса. Це дозволить підготувати рекомендації щодо його застосування, з урахуванням матеріалів, із яких виготовлена друкована продукція. На наведеному рис. 7.45 (в) видно, що колесо застосовується до книги з твердою обкладинкою, а поруч розташовані книги з м'якими обкладинками. Саме ця друкована продукція викликає найбільше занепокоєння щодо застосування такого способу висування їх із реально щільного ряду книг. Крім того, вважаємо за потрібне доопрацювати конструкцію контейнеру для книг із використанням сучасних полімерних матеріалів, що забезпечать одночасно їх достатню м'якість і міцність. Зрозуміло, що розробники чітко визначили майбутній сегмент застосування свого винаходу, що не відноситься до історико-культурної спадщини. Проте й такі бібліотечні фонди потребують забезпечення збереження.

¹⁴⁸ 张宸豪 戚益凡 陈世达 高梓钦 谭清. 机器人制作开源方案 | 智能图书搬运机器人. 华北科技学院 [Ченьхао Ч., Іфань Ц., Шида Ч. та ін. Рішення з відкритим кодом для виробництва роботів. Інтелектуальний робот для обробки книг. Північно-Китайський інститут науки і технологій]. *Robotway*. November 24, 2023. URL: <https://www.robotway.com/h-col-289.html> (дата звернення: 01.12.2023).

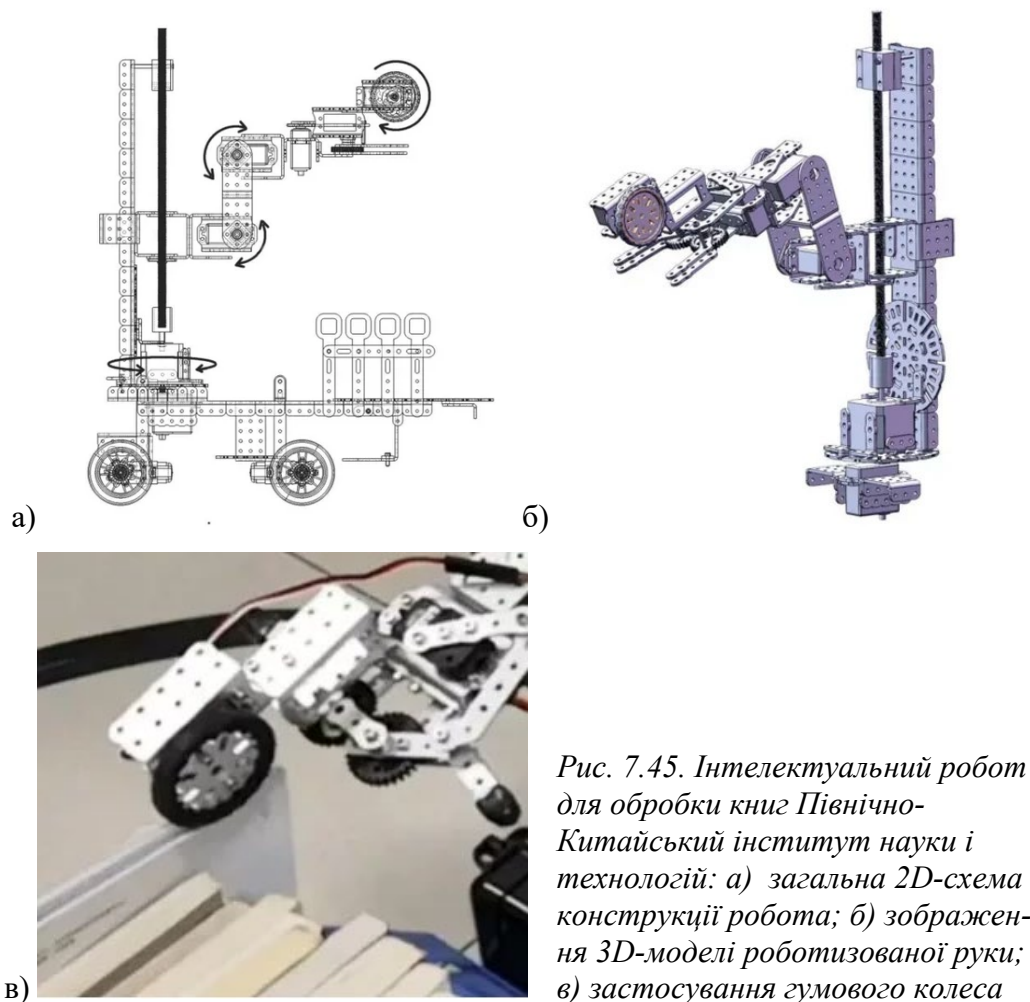


Рис. 7.45. Інтелектуальний робот для обробки книг Північно-Китайський інститут науки і технологій: а) загальна 2D-схема конструкції робота; б) зображення 3D-моделі роботизованої руки; в) застосування гумового колеса

Проте, подібні рішення роботизації обслуговування користувачів, що ґрунтуються на застосуванні роботизованої руки, що може відбирати з полиць чіповані книги та доставляти їх до зони обслуговування в межах одного поверху поступово впроваджуються у бібліотеки по всьому світу. Так, у Бібліотеці Чаннінга (Changning Library), що розташована в центрі Шанхая (КНР), з осені 2022 р. працює два види роботів на основі штучного інтелекту: стаціонарний аватар, розташований при вході й названий Xin Ye, що виконує роль персонального помічника й інтерактивного довідника на основі сканування обличчя користувача або його читатського квитка та може прийняти електронне замовлення, що буде доставлено на зарезервовані місця в читальній залі, і мобільний робот, у формі контейнера, що доставляє до читальної зали замовлені користувачами книги

(рис. 7.46)¹⁴⁹. Пошук книг у сховищі здійснюється роботом за допомогою добре знайомих більшості бібліотек чіпів радіочастотної ідентифікації (Radio Frequency IDentification, RFID) фізичних об'єктів, зокрема одиниць зберігання¹⁵⁰.

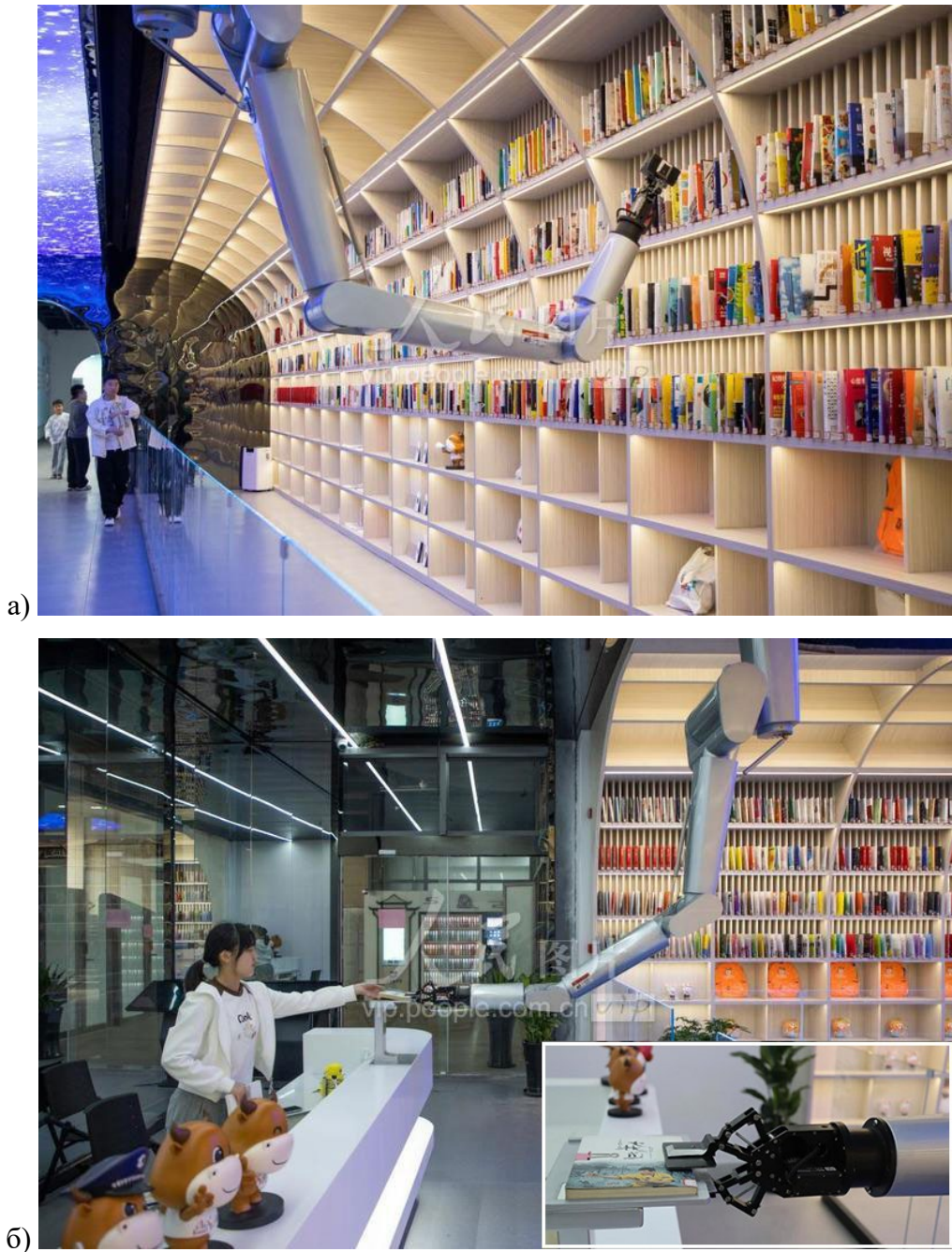
11 квітня 2023 р. у Бібліотеці Тайчжоу (КНР) у спеціальній читальній залі була презентована модифікація роботизованої руки (рис. 7.47), що також шукає книги для користувачів за їх електронним замовленням. Однак, ця рука рухається по центру зали за допомогою спеціального протяжного механізму, розташованого у стелі, так, щоб мати доступ до чіпованих книг розташованих на полицях для їх доставляння в зону обслуговування користувачів. Колекція чіпованих книг складається з майже 2 000 одиниць. Розпізнані книги витягаються роботизованою рукою у два прийоми подібно тому, як діє людина. Спочатку рука висуває книгу під кутом,



Рис. 7.46. Роботизована доставка книг до користувачів у Бібліотеці Чаннінга в м. Шанхая (КНР)

¹⁴⁹ Su I. Shanghai Welcomes AI-Powered 'Smart Libraries'. *RADII*. August 9, 2023. URL: <https://radii.co/article/shanghai-smart-libraries> (дата звернення: 07.10.2023).

¹⁵⁰ Бруй О. М. Комплекс інформаційно-технологічних систем як інструмент успішної реалізації стратегії процесно-орієнтованої бібліотеки. *Вісник Харківської державної академії культури*. 2012. Вип. 38. С. 204–214.



*Рис. 7.47. Роботизована рука для автоматизованого обслуговування читачів у спеціалізованій читальній залі у Бібліотеці Тайчжоу (КНР):
а) автоматизований пошук книги; б) передавання книги в зону обслуговування користувачів*

що дозволяє потім надійно схопити її з обох боків спеціальним захватом, як наведено на рис. 7.47, на стійку обслуговування для подальшого передавання їх у використання читачам¹⁵¹. На жаль, у повідомленні не зазначається про можливість робота щодо повернення книг на полиці.

Як видно на рис. 7.47 китайськими колегами забезпечено надійне зберігання книг під час їх автоматизованого оброблення, зважаючи, що таке розміщення потребує незначних зусиль для їх захоплення роботизованою рукою. Проте, таке розташування одиниць зберігання не сприяє оптимізації їх компактного зберігання.

Більш функціонально розвинута роботизована система пошуку і доставляння замовлень впроваджена в Центральній бібліотеці Гельсінкі Oodi (Фінляндія). Технологічну основу системи склали два автономних мобільних роботи (Autonomous Mobile Robot, AMR) UR10 фірми Universal Robots – невеликі роботизовані руки з максимальною відстанню для застосування до 1,3 м і максимальною вагою об'єкта для його підйому і переміщення до 10 кг, а модель UR10e – до 12,5 кг (<https://www.universal-robots.com/products/ur10e/>), так звані коботи (Cobots), та три мобільні промислові роботи (Mobile industrial Robots) MiR200s (<https://mobile-industrial-robots.com/products/robots>) з максимальною вантажопідйомністю 200 кг, що програмуються для виконання завдань в промислових умовах, для забезпечення автоматизованого виконання логістичних функцій щодо доставляння контейнерів та мобільних стелажів (рис. 7.48), а також автоматизованого оброблення книг на автоматизованому пункті повернення книг користувачами в режимі самообслуговування (рис. 7.49). Система складається з ліфтів (підйомників) і ліній транспортерів, що можуть міжповерхово переміщувати книги між потрібними сховищами і зоною обслуговування користувачів, сортувального конвеєра, обладнаного системою розпізнавання FH-SCX на основі машинного зору (<https://automation.omron.com/en/us/products/family/FH>) та мобільними стелажми, що виконують функцію точки доступу коботів (роботизованої руки) для розміщення на полицях книг та може переміщуватися за допомогою роботів MiR¹⁵². Слід зазначити, що фінські колеги приділили особливу увагу конструкції кінцівки роботизованої руки для досягнення дбайливого захвату книг, особливо тих, що мають м'які обкладинки, також конструкції відпо-

¹⁵¹ 浙江台州：e读空间图书馆 机械臂上岗. 人民网股份有限公司版 [Чжецзян Тайчжоу: Роботизована рука космічної бібліотеки для електронного читання в дії. People's Daily Online Co., Ltd.]. April 11, 2023. URL: <http://vip.people.com.cn/albumsDetail?aid=1657683&pid=11970723> (дата звернення: 14.04.2023).

¹⁵² Cobots increase customer engagement by handling shelving. Oodi Library. Helsinki. URL: <https://www.universal-robots.com/case-stories/oodi-library/> (дата звернення: 14.04.2023).

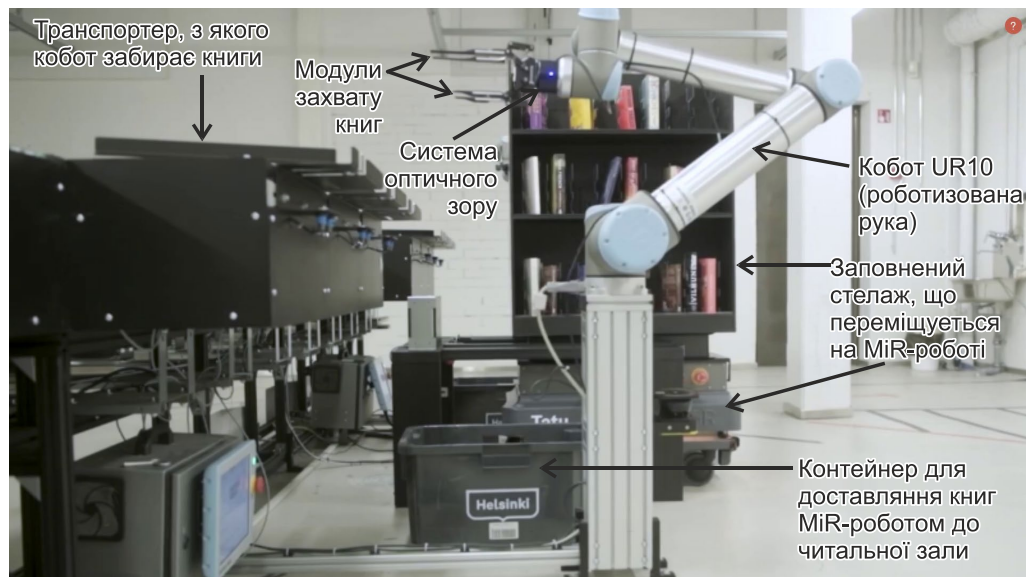


Рис. 7.48. Зона роботизованого сортування книг для їх видавання та після повернення користувачами в Бібліотеці Oodi (Гельсінкі)

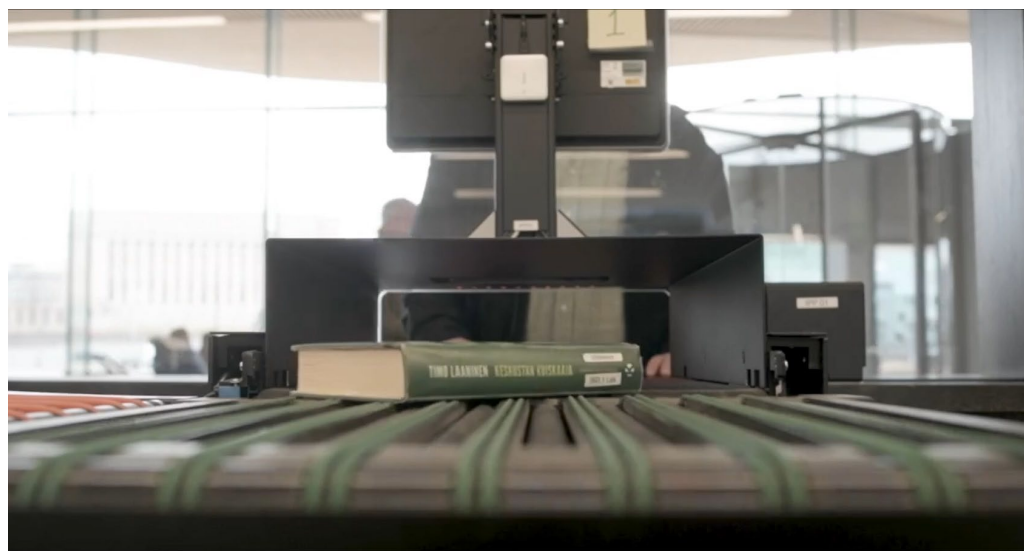


Рис. 7.49. Пункт самообслуговування для автоматизованого повернення книг у Бібліотеці Oodi (Гельсінкі)

відного місця розташування книг на полицях мобільного стелажу. Це дозволило забезпечити максимально дбайливе автоматичне оброблення книг для забезпечення їх збереженості (рис. 7.50).

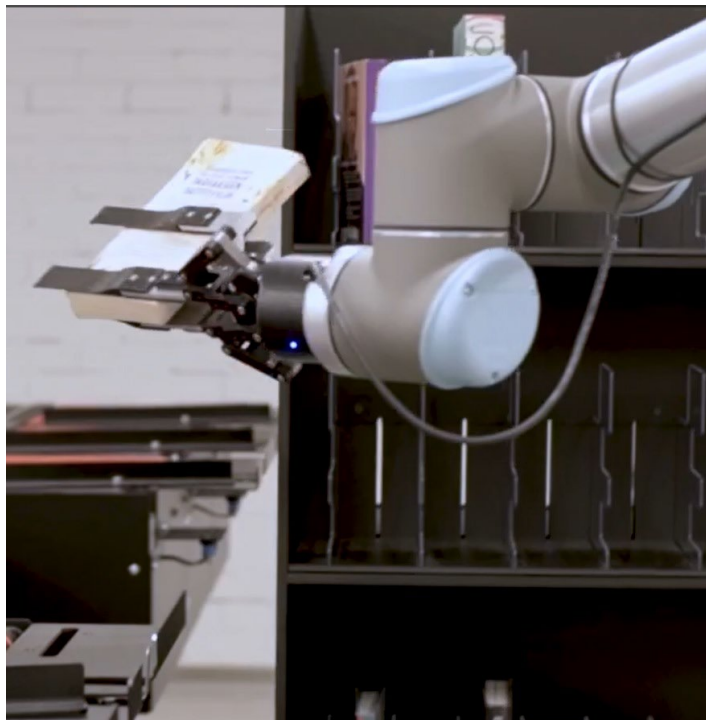


Рис. 7.50. Модуль коботу UR10 для захвату книг у роботизованій системі Бібліотеки Oodi (Гельсінкі)

Впровадження коботів у Бібліотеці Oodi дозволило вивільнити від рутинної роботи двох бібліотекарів, які змогли приділити більше часу обслуговуванню клієнтів. Зазначимо, як важливий чинник, що скорочення працівників бібліотеки взагалі не ставилося на меті цього проєкту. За допомогою одного коботу вдалося забезпечити оброблення книг з продуктивністю 700 одиниць за годину, а загальну по системі – до 2 000 одиниць за годину. За оцінкою працівників Бібліотеки Oodi це був відмінний результат, зважаючи, що середньоденний показник видавання в користування документів (не тільки книг) коливався в діапазоні 1 300–1 500, при загальному обсязі фондів бібліотеки 100 тис. од. зб. і всього 30 місць у читальному залі (рис. 7.51).

З 2019 р. Бібліотеки китайсько-сінгапурської дружби з еко-міста Тяньцзінь (КНР) розпочала дослідження та розробку інтелектуального робота для інвентаризації своїх фондів загальним обсягом на той час приблизно 600 тис. од. зб., що розташовані у будівлі загальною площею 67 тис. м². Для порівняння, це більше загальної площі приміщень НБУВ, яка є найбільшою в Україні бібліотекою та має фонди загальним обсягом у майже 27 разів більше. Проєкт було запущено у дослідну експлуатацію у



Рис. 7.51. Доставка книг до читальної зали у Бібліотеці Oodi (Гельсінкі) за допомогою MiR-робота

2020 р. і він конструктивно дещо відрізняється, наприклад, від розглянутої вище системи, впровадженій в діяльність Бібліотеки Oodi (Гельсінкі), та має більше функціональних можливостей щодо автоматизування бібліотечної справи. У Бібліотеці китайсько-сінгапурської дружби (Тяньцзінь) функціонує три інтелектуальні роботи-інвентаризатори, які можуть автоматично обробляти всі книги на полицях протягом ночі, коли бібліотека зачинена. Водночас вони можуть створювати звіти про неправильне розміщення книг на полицях і надсилати їх в електронній формі співробітникам бібліотеки, які відповідають за зберігання фондів, для покращення точності розміщення книг на стелажному обладнанні у сховищах. За результатами дослідної експлуатації цих роботів було отримано такі показники ефективності їх функціонування: кожен робот-інвентаризатор може в середньому обробляти понад 20 000 книг за годину та майже 190 000 книг за одну ніч. Для порівняння, таке робоче навантаження вимагає одночасного чергування 15 бібліотекарів, які безперервно опрацьовують книги всю ніч¹⁵³.

¹⁵³ 【人工智能先锋城市@天津】盘他！一本都不能错！中国日报网 [Місто піонерів штучного інтелекту в Тяньцзіні. Подивиться на них! З жодним з них не помилишся! Китайська

Крім того, Бібліотека китайсько-сінгапурської дружби також ввела в експлуатацію нову інтелектуальну систему сортування та повернення книг, яка складається з 15 роботів-сортувальників та 2 роботів-обробників з функцією підбирання книг і доставляння їх за допомогою транспортера до роботів-сортувальників. У закладі було організовано спеціальну зону самообслуговування користувачів, які для повернення книг просто кладуть їх у спеціальний приймач (рис. 7.52)¹⁵⁴. Чи розкладає робот книги після їх повернення користувачами, у повідомленні не зазначається. Проте, ми вважаємо, що за це відповідають зазначені роботи із нічної зміни.

За допомогою міні-транспортерів, що розташовані зверху на роботах-сортувальниках, книги потрапляють на них з транспортерів роботів-обробників. Роботи-сортувальники рухаються по горизонталі від роботів-обробників (рис. 7.53) до прямокутних отворів, в які подаються контей-

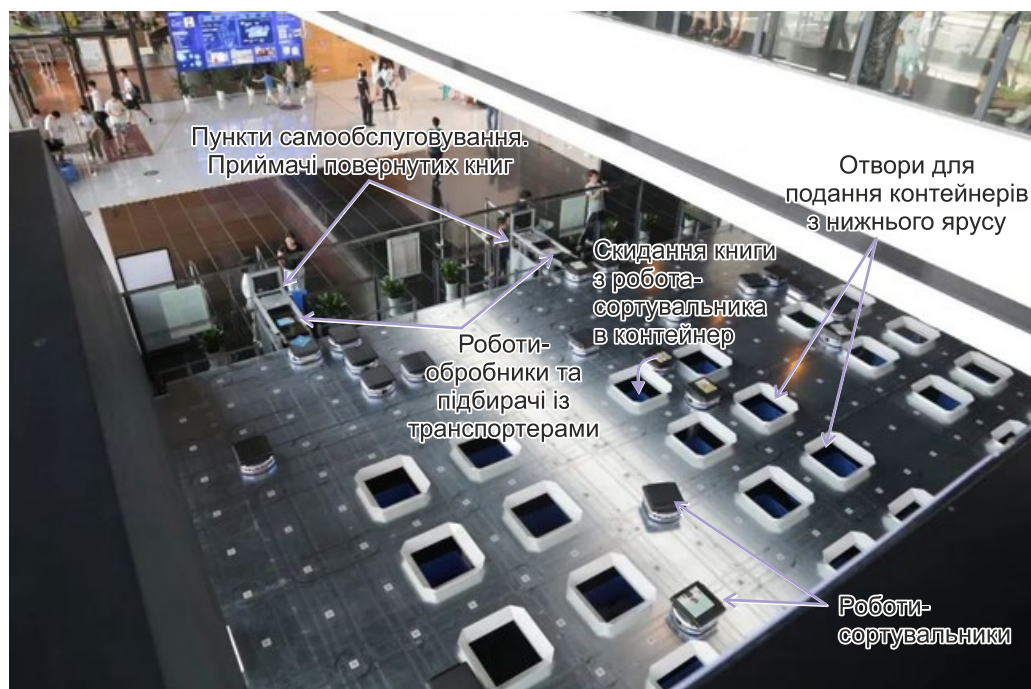


Рис. 7.52. Зона роботизованого повернення книг користувачами у Бібліотеці китайсько-сінгапурської дружби в м. Тяньцзінь (КНР)

щоденна газета]. May 17, 2021. URL: <https://cn.chinadaily.com.cn/a/202105/17/WS60a1e037a3101e7ce974f78d.html> (дата звернення: 14.04.2023).

¹⁵⁴ 图书馆黑科技»组团上岗», 还书效率提升10倍. 中国AGV网 [Технології, впроваджені в бібліотеці, прискорили повернення книг у 10 разів. Китайська мережа AGV]. July 9, 2020. URL: <https://m.chinaagv.com/news/detail/202007/14087.html> (дата звернення: 14.04.2023).



Рис. 7.53. Взаємодія роботів-обробників (транспортер ліворуч) і роботів-сортувальників (праворуч) у Бібліотеці китайсько-сінгапурської дружби в м. Тяньцзінь (КНР)

нери з нижнього рівня за допомогою інших роботів. Далі книги скидаються у відповідні контейнери, що подаються (піднімаються) в отвори роботами нижнього ярусу (рис. 7.54). Для синхронізації роботи всіх роботів застосовується відповідний програмно-технічний комплекс, до якого пристрої підключені за допомогою бездротової мережі.

Запровадження зони повернення книг користувачами дозволило Бібліотеці китайсько-сінгапурської дружби прискорити сортування повернутих книг у понад 10 разів, що раніше виконувалося в ручному режим, зважаючи, що станом на середину 2020 р середня кількість користувачів, які щодня замовляли книги, сягала понад 2 000.

Технологічною основою проєкту стали рішення світового лідера у розробці та впровадженні AMR-рішень – транснаціональної корпорації Geek+ (<https://www.geekplus.com/technology/robotics>). Її технології щодо автоматизації логістичної діяльності у великих складських приміщеннях впроваджені в багатьох підприємствах (понад 600), серед яких чимало відомих світових брендів (Addidas, SOCCER, Siemens тощо). Зважаючи, що це підприємство було засновано лише у 2015 р., це свідчить про неабиякий попит на його послуги щодо роботизації логістичної діяльності в

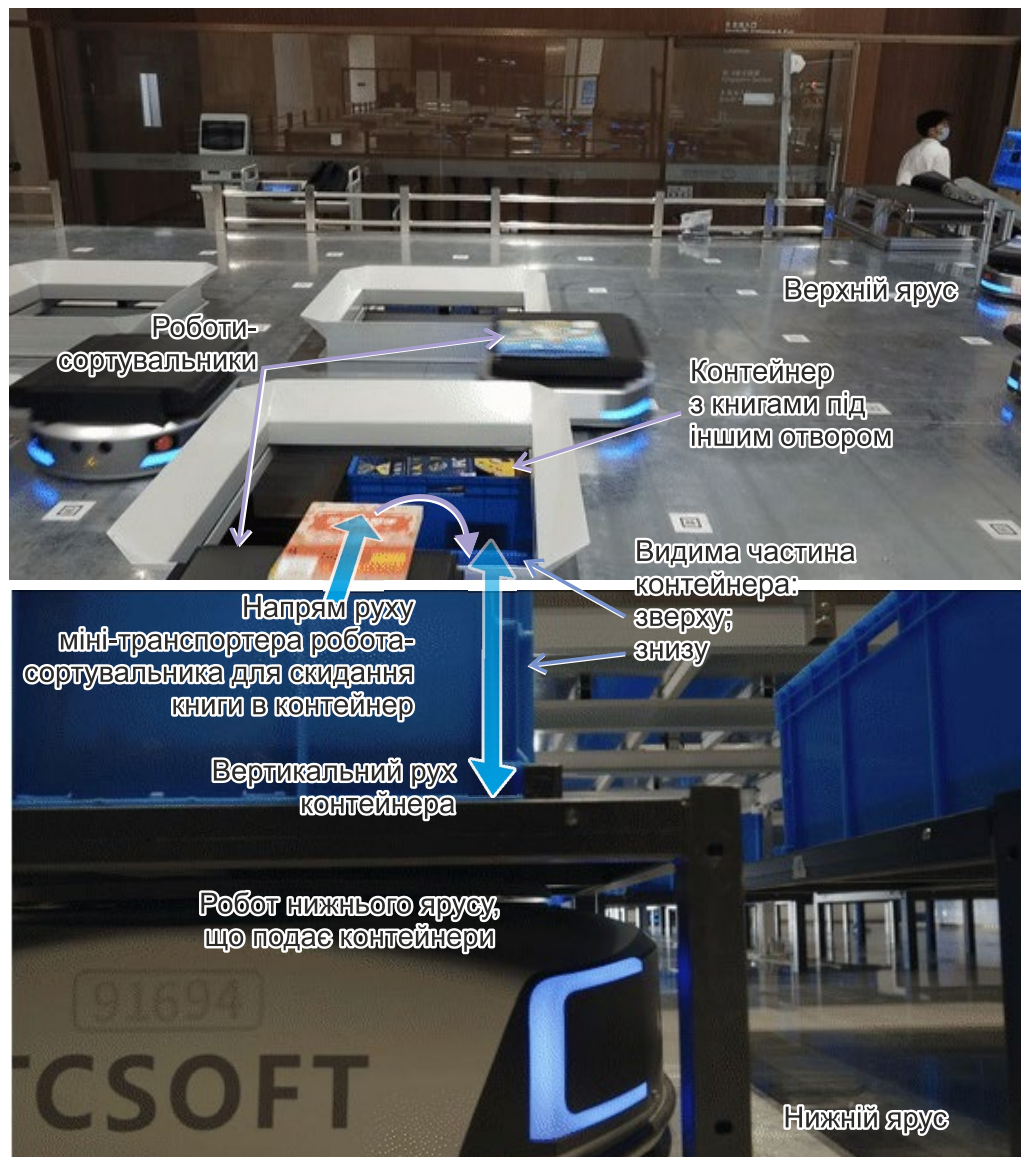


Рис. 7.54. Роботизоване сортування книг, повернутих користувачами, у Бібліотеці китайсько-сінгапурської дружби в м. Тяньцзінь (КНР)

різних галузях, зокрема бібліотечній. В середньому на впровадження кожного свого рішення корпорація Geek+ витрачає менше 3,5 робочих днів.

Найбільш масштабними і, разом з тим, достатньо прості за логікою їх роботи вважаються ASRS-системи, про які зазначалося у вступній частині цього розділу, що прийшли в бібліотеки із галузі автоматизування управління великими, іноді гігантськими, складами товарів, для забезпе-

чення суттєвого скорочення часу на приймання на зберігання, пошук і відвантаження товару, а також оптимізацію топології наявних складських площ шляхом оптимального розташування на них товарів.

Конструктивно такі роботизовані системи ґрунтуються на використанні багатоповерхового сховища по полицях якого рухається потужний підйомник, що переміщує не книги, а контейнери з книгами (рис. 7.55).

Контейнери мають різні розміри. Для більших книг застосовуються контейнери більшого розміру. Кожен контейнер вміщує близько 125–150 книг. Важливими особливостями цих систем є відмова від використання шифрів для кожної одиниці зберігання і визначення для них постійного місця їх зберігання. У контейнерах зберігаються книги приблизно однакового розміру, що дозволяє складати їх максимально заповнюючи відведене місце зберігання. Зважаючи, що системою керує комп'ютер, програма швидко визначає поточне місце зберігання контейнера, в якому знаходиться потрібна (замовлена) книга, і доручає роботу швидко доставити контейнер до пункту керування сховищем, як наведено на рис. 7.56.

Далі потрібні книги вміщуються в контейнери, що відправляються по автоматизованих лініях до зони видачі книг користувачам (рис. 7.57). Не зважаючи, що система не є повністю автоматичною та потребує присутності оператора, вона на практиці довела свою ефективність.

Зрозуміло, що такі системи були затребувані у бібліотеках з великим обсягом фондів, що вимірюються мільйонами і, навіть, десятками



Рис. 7.55. ASRS-система у Бібліотеці Ханта (США)

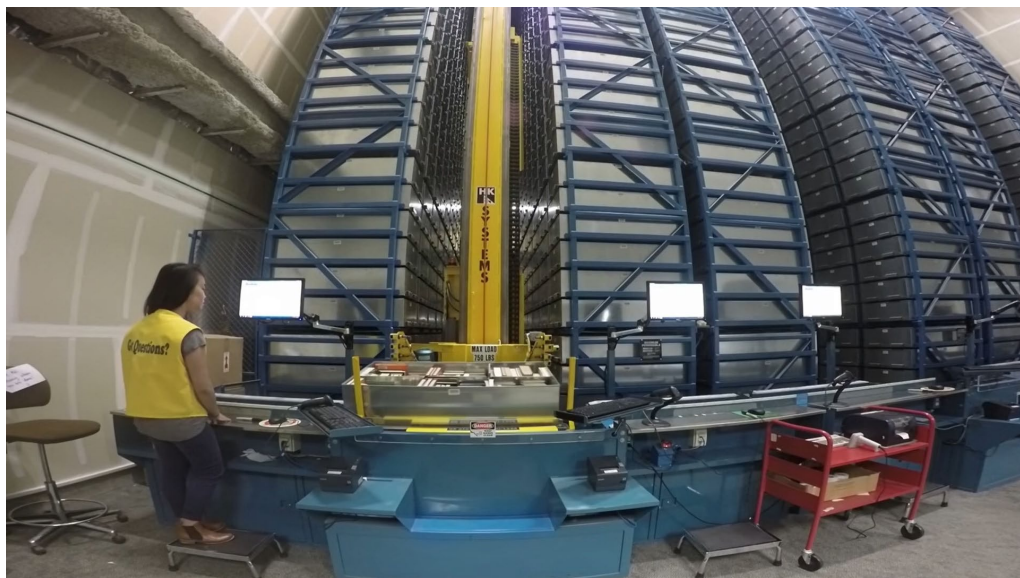


Рис. 7.56. Робоче місце оператора, що керує ASRS-системою в Бібліотеці Університету штату Сонома (Sonoma State University Library), США¹⁵⁵

мільйонів одиниць зберігання. Також, практика їх впровадження свідчить, що, зазвичай, їх проєктують у складі нових бібліотечних будівель, одразу орієнтуючи діяльність цих корпусів на автоматизовано роботу. Система є масштабованою, що залежить від розміру фонду. Так, наприклад, у Бібліотеці Ханта (James B. Hunt Jr. Library) – Бібліотеці Університету штату Північна Кароліна (North Carolina State University Libraries), США, роботизована ASRS-система, яку там називають книжковим ботом (bookBot), розрахована на обслуговування понад 18 тис. контейнерів, що наближує потужності системи до 2,5 млн од. зб. (<https://www.lib.ncsu.edu/hunt/bookbot#how-it-works>).

Лідерами у забезпеченні своїх бібліотек ASRS-системами є США, що збудували їх у 25 університетах. Основним постачальником ASRS-технології є підприємство HK Systems із Солт-Лейк-Сіті (Salt Lake City), США. З повним переліком інституцій, в яких впроваджені ASRS-системи, можна ознайомитися за посиланням https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_storage_and_retrieval_system. Крім бібліотек США, ASRS-системами були обладнані бібліотеки Університету Британської Колумбії, Ванкувер, Канада

¹⁵⁵ Automated Retrieval System of the Sonoma State University Library. URL: <https://library.sonoma.edu/about/about-building/automated-retrieval-system> (дата звернення: 01.12.2023).

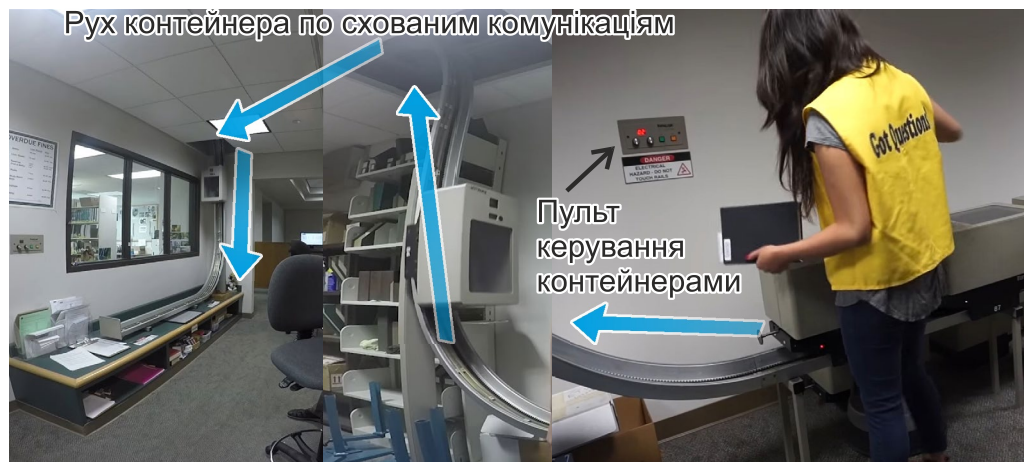


Рис. 7.57. Автоматизована лінія для доставляння книг від ASRS-системи до пункту обслуговування користувачів у Бібліотеці Університету штату Сонома (США)

(University of British Columbia, Vancouver, Canada)¹⁵⁶; Сіднейського технологічного університету, Австралія (University of Technology Sydney, Australia); Університету Васеда із Токіо, Японія (Waseda University, Tokyo, Japan).

ASRS-системи також широко представлені в європейських національних та університетських бібліотеках:

Британська бібліотека із Сполученого Королівства (British Library, UK)¹⁵⁷;

Бодліанське книгосховище Оксфордського університету (Bodleian Book Storage Facility, University of Oxford, UK)¹⁵⁸;

Бібліотека Лімерикського університету в Ірландії (University of Limerick, Ireland);

Національна бібліотека Нідерландів (National Library of the Netherlands)¹⁵⁹;

¹⁵⁶ Access Storage (ASRS/PARC). Official website of the UBC Library. URL: <https://services.library.ubc.ca/borrowing-services/storage/> (дата звернення: 14.04.2023).

¹⁵⁷ Shorter C. Yorkshire, robots and freezers: 10 things you might not know about the British Library. Official website of the Department for Digital, Culture, Media & Sport UK. Libraries Team. March 4, 2020. URL: <https://dcmslibraries.blog.gov.uk/2020/03/04/yorkshire-robots-and-freezers-10-things-you-might-not-know-about-the-british-library/> (дата звернення: 14.04.2023).

¹⁵⁸ Kirtley T. The Building of the Book Storage Facility (chapter 6). In: Cannon C., Heaney M. (Eds.). Transforming the Bodleian. Walter de Gruyter GmbH. 2012. P. 67–82. URL: <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:d0183c8c-e785-443e-9d5e-37efd422c77c>.

Національна бібліотека Норвегії (National Library of Norway)¹⁶⁰ та ін.

Деякі бібліотеки надають відеоматеріал про внутрішній устрій автоматизованої лінії доставляння книг від ASRS-системи до пункту обслуговування користувачів. Це надає уявлення про складність інфраструктури, що повинна бути збудована в середині бібліотеки та схована від користувачів і більшості працівників, навіть, тих, хто керує ASRS-системою (рис. 7.58). Проте, окремі інституції влаштовують оглядові площадки, з яких можна на власні очі роздивитися усю складність цієї інфраструктури та побачити як рухаються контейнери із замовленими книгами до користувачів і назад до сховища.

Доступаючись до роботизації бібліотек слід пам'ятати про доцільність проведення такої автоматизації, основним чинником якої є економічний ефект, зважаючи на тенденцію до зменшення потоку відвідувачів чи-



Рис. 7.58. Внутрішня інфраструктура ASRS-системи Британської бібліотеки¹⁶¹

¹⁵⁹ Boersma, F., Martens, M., Ankersmit, B., & Stappers, M. A Robotic Storage Facility for the Dutch National Library Collections. *Studies in Conservation*. 2022. Vol. 67 (Suppl. 1), P. 32–39. DOI <https://doi.org/10.1080/00393630.2022.2045420>.

¹⁶⁰ Edvardsen J., Sakrihei H. «8. The Repository Library». *Repositories for Print*: P. Vattulainen and S. O'Connor (Eds.). *Strategies for Access, Preservation and Democracy*. Berlin, Boston: De Gruyter Saur, 2018. P. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110535372-008>.

¹⁶¹ Riding the robots – Inside the British Library. Official YouTube channel of the British Library. January 28, 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AY6B0wNisUY> (дата звернення: 01.03.2023).

тальних залів українських бібліотек з часу настання пандемії COVID-19 та суттєвого зменшення населення у зв'язку з тривалим воєнним станом. У наведених нами джерелах можна отримати ключові показники такої ефективності, що ґрунтуються на загальному обсязі фондів, які зберігаються в бібліотеці, середньоденній кількості замовлень аналогових документів і витратах, що слід здійснити для впровадження роботизованої системи¹⁶². Також зважене рішення слід співвідносити з досягненнями конкретної інституції щодо оцифрування фондів, що надає можливості обслуговування користувачів в електронному середовищі, коли електронні послуги надаються, переважно, віддалено за допомогою онлайн електронних інформаційних ресурсів, зазвичай, доступних на офіційних веб-сайтах бібліотек і архівів. Важливим, на нашу думку, для визначення ефективності впровадження роботизованих систем є середній час обслуговування одного користувача і витрати на таке обслуговування, з урахуванням поточних витрат на обслуговування системи, скорочення робочого часу працівників на рутинну ручну працю і перерозподіл витрат, здійснених на впровадження системи, на всі подальші замовлення.

Однак, покращення обслуговування користувачів є не єдиною перевагою впровадження роботизованих систем саме у сховищах, особливо таких, як ASRS. Досвід використання таких систем доводить і покращення системи збереження фондів багатьох бібліотек. Особливо, це стосується збільшення фондів тих інституцій, що продовжують активно комплектуватися новими примірниками. Середній обсяг щорічних надходжень є ще одним важливим показником, що змушує бібліотекарів і архівістів постійно вирішувати проблему критичної заповненості стелажного обладнання шляхом оптимізації топології сховищ, виділення нових приміщень і будівель під сховища. Кожний такий захід повинен виконуватися відповідно до визначених норм зберігання документів, із дотриманням відстані для розташування стелажного обладнання, що іноді вимушено порушують. Застосування приміщень і будівель, що є потенційно безпечними, зокрема, захищеними від пожежі, затоплення та дій стихій, насамперед, сейсмостійкими, відповідно обладнані для забезпечення температурно-вологісного і світлового режимів зберігання документів. На жаль, за часи Незалежності Україна не може пишатися введенням в експлуатацію нових будівель або реконструкції та модернізування наявних для доведення їх до сучасного технологічного рівня¹⁶³, наприклад, як здійснюють таку

¹⁶² Як працюють роботи в найбільших бібліотеках світу. blog.imena.ua, 15.03.2016. URL: <https://www.imena.ua/blog/robo-libraries/> (дата звернення: 01.03.2023).

¹⁶³ До прикладу: Реконструкція та розвиток комплексу споруд центральних державних архівів України. Офіц. вебпортал Укрдержархіву, 2011. URL: <https://old.archives.gov.ua/?page=129> (дата звернення: 17.11.2023). З того часу будівництво зупинено.

діяльність польські колеги-архівісти відповідно до середньострокових планів будівництва, реконструкції будівель, зокрема історичних пам'яток архітектури, та їх обладнання¹⁶⁴. Відомо лише про поодинокі випадки та розпочату діяльність з відновлення інституцій, постраждалих від бойових дій на сході України, зокрема, за рахунок міжнародних організацій, що є важливим завданням, але це, переважно бібліотеки, у фондах яких не зберігається історико-культурна спадщина. Досвід закордонних колег доводить, що економніше впроваджувати ASRS-системи при будівництві нових споруд. Тому, для прийняття рішення щодо їх запровадження також слід розглядати витрати на вирішення зазначених проблем із зберіганням великих фондів, що постійно збільшуються у традиційний спосіб, або створити сховище, що дозволить використовувати його місце для зберігання максимально можливої кількості одиниць зберігання максимально компактно. Такий підхід, здається привабливим і правильним. Проте, вважаємо за потрібне звернути увагу на такі важливі чинники:

- відсутність нормативної бази, що дозволяла впроваджувати таке щільне зберігання бібліотечних і архівних фондів і, більше того, із застосуванням техніки підвищеної небезпеки, насамперед, із використанням електричного струму високої напруги. Ця проблема потребує окремого дослідження і часу на впровадження відповідних стандартів, підготовку та затвердження потрібних нормативно-правових актів;

- те саме стосується узгодження системи обліку бібліотечних і архівних фондів, якщо погодитися на спрощену систему за рахунок її автоматизування, що застосовується в ASRS-системах закордонних бібліотек;

- відсутність детальної інформації про застосування ASRS-систем до фондів, що становлять історико-культурну спадщину та можуть потребувати більш дбайливого зберігання. Можна передбачити, що частина фондів, що віднесена до особливо цінних документів, не потрапить під повний вплив роботизованих систем. Отже, система зберігання повинна враховувати цей сегмент діяльності, що з великою імовірністю буде здійснюватися у ручному режимі з автоматизованим обробленням метаданих щодо цих процесів і одиниць зберігання. На нашу думку, потрібним досвідом можуть поділитися такі інституції як Британська бібліотека. Тому, міжнародне співробітництво повинно розвиватися, насамперед, у формі спільних наукових досліджень. Одним із шляхів вирішення проблеми доступу до документів, що потребують делікатного відношення, є надання доступу до них користувачам у формі цифрових копій;

¹⁶⁴ Гаранін О. Я., Ковтанюк Ю. С. XVI Міжнародна конференція архівів «Складні питання історії та архівів» із циклу *Colloquia Jerzy Skowronek Dedicata* (19–20 трав. 2016 р., м. Варшава). *Архіви України*. 2016. № 3–4. С. 271–273.

– потреба в попередніх дослідженнях проблеми проведення обстеження сховищ і доступу до них для виконання дезінфекції, дезінсекції, сушіння та інших заходів протидії різним біологічним шкідникам у самих сховищах, у разі виявлення будь якої загрози, можливості локалізації подібних проблем, зважаючи на достатньо щільне розташування документів і відсутність безпечного безпосереднього доступу людей до місць зберігання документів. Вважаємо, що і ця важлива складова системи збереження таких фондів повинна бути автоматизована (роботизована);

– відсутність альтернативної системи доступу до фондів, що перебувають під контролем роботизованих систем, на випадок тривалої відсутності електричної енергії. Для України у певні періоди її новітньої історії ця проблема була надактуальною, зважаючи на ураження її енергетичної системи внаслідок бойових дій. На жаль, про передбачення таких альтернативних можливостей у бібліотеках з ASRS-системами нам відшукати інформацію не вдалося. Вважаємо, що такі ситуації просто не передбачені в цих інституціях як малоймовірні.

7.13. Технології, що ґрунтуються на штучному інтелекті

Одним із самих складних завдань відновлення зруйнованих документів є їх збирання із окремих фрагментів, що при опрацюванні великої кількості таких складових нагадує збирання пазлів (Puzzle). Однак, на відміну від пазлів завдання щодо відновлення зруйнованих документів ускладнено нерегулярною формою складових, що залишаються від документа. Чинники, що впливають на таке руйнування документів, можуть бути різними: від їх фізичного знищення до старіння матеріалів, зокрема, зважаючи на неналежні умови зберігання. Зрозуміло, що, чим меншими за своїми фізичними розмірами є частини, на які розділяється документ, тим складнішим стає завдання щодо їх зворотного збирання. Технологія щодо автоматизації виконання такого завдання стала активно розвиватися з 2007 р., коли уряд Німеччини доручив Берлінському інституту виробничих систем і технологій дизайну Фраунгофера (нім. Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, IPK) розробити комп'ютерну систему, оснащену сканерами та засновану на алгоритмах розпізнавання образів для швидкого збирання розірваних документів. Таке доручення було спричинено результатами ручного складання пошматованих у різний спосіб (вручну та на шредері) документів колишнього Міністерства державної безпеки (нім. Ministerium für Staatssicherheit) Німецької демократичної республіки, більш відоме як Штазі (нім. Stasi). Пошматовані документи Штазі не були знищені та отримані в спадок німецькому народу у безладді приблизно 600 млн шматків документів (рис. 7.59), що зберіга-



Рис. 7.59. Пошматовані документи Штазі¹⁶⁵

гаються у понад 15 500 мішках¹⁶⁶ у спеціальному сховищі (рис. 7.60). Їх розбирання у ручному режимі розпочалось через п'ять років після падіння Берлінської стіни.

У розпочатих роботах взяли участь 40 спеціалістів (рис. 7.61). Дослідження щодо автоматизування цього процесу розпочались через 12 років, коли стало зрозумілим, що в такому режимі вони будуть тривати десятиліттями. Розроблена фахівцями Fraunhofer IPK система отримала назву ePuzzler і має такі основні складові:

- автоматизована лінія, на поверхні якої розкладають шматки документів, для їх руху під скануючим пристроєм;
- сканер, що оцифровує шматки документів, які рухаються на автоматизованій лінії (рис. 7.62);
- маркування шматків;
- програмне забезпечення, що виконує очищення та вирівнювання отриманих цифрових копій, а потім їх аналізування подібно до людського підходу. Оскільки немає двох абсолютно однакових шматочків розірваного паперу, неможливо заздалегідь визначити, як часто та в якій послідовно-

¹⁶⁵ Bowlby C. Stasi files: The world's biggest jigsaw puzzle. *BBC Radio 4*. September 14, 2012. URL: <https://www.bbc.co.uk/news/magazine-19344978> (дата звернення: 01.03.2023).

¹⁶⁶ Automatisierte virtuelle Rekonstruktion zerrissener Stasi-Akten. Fraunhofer IPK. URL: <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/referenzen/stasi-puzzle.html> (дата звернення: 01.03.2023).



Рис. 7.60. Розбирання пошматованих документів у ручному режимі¹⁶⁷



Рис. 7.61. Розбирання пошматованих документів у ручному режимі. Фото Анжеліки Таннгоф (Angelika Tannhof), DW¹⁶⁸

¹⁶⁷ Franza C. Berlino incorpora nei suoi Archivi Federali gli Archivi della Stasi. Ora la Ddr è ufficialmente storia. Blog. 2021. URL: <https://blog.ilgiornale.it/franza/2021/07/19/berlino-incorpora-nei-suoi-archivi-federali-gli-archivi-della-stasi-ora-la-ddr-e-ufficialmente-storia/> (дата звернення: 01.03.2023).



Рис. 7.62. Масове оцифрування шматків документів. Фото Герольда Баумгауера (Gerold Baumhauer), Fraunhofer IPK

сті різні модулі повинні з'єднуватися під час процесу реконструкції. Тому вони вбудовані в недетермінований, адаптивний робочий процес через складну програмну структуру. Так звана, методологія віртуальної реконструкції подібна до методології людини, яка складає головоломку. На основі різноманітних характеристик вирішується, чи поєднуються дві частини разом чи ні. ePuzzler спочатку обчислює різні характеристики фрагментів, такі як контур, колір паперу, шрифт або лінії. Вони використовуються для зменшення комбінаторних зусиль, пов'язаних із розгадуванням головоломок, що особливо важливо під час роботи з великими обсягами даних. Таким чином, подібні фрагменти групуються в підмножини за допомогою інтелектуального зменшення простору пошуку. Фактична реконструкція, зіставлення, потім відбувається в межах скорочених наборів. Фрагменти порівнюються вздовж їхніх контурів для відповідності ознак. Якщо два фрагменти збігаються, вони склеюються цифровим способом і розглядаються як більший фрагмент при подальшій реконструкції до отримання цифрової копії документа (рис. 7.63).

Крім складних алгоритмів обробки зображень і розпізнавання візерунків для автоматичного збирання відсканованих фрагментів паперу в повні сторінки, програмне забезпечення ePuzzler реалізує інструменти для

¹⁶⁸ Tannhof A. The Stasi puzzle. *Deutsche Welle*. August 8, 2013. URL: <https://www.dw.com/en/the-stasi-puzzle-with-600-million-pieces/a-17039143> (дата звернення: 01.03.2023).

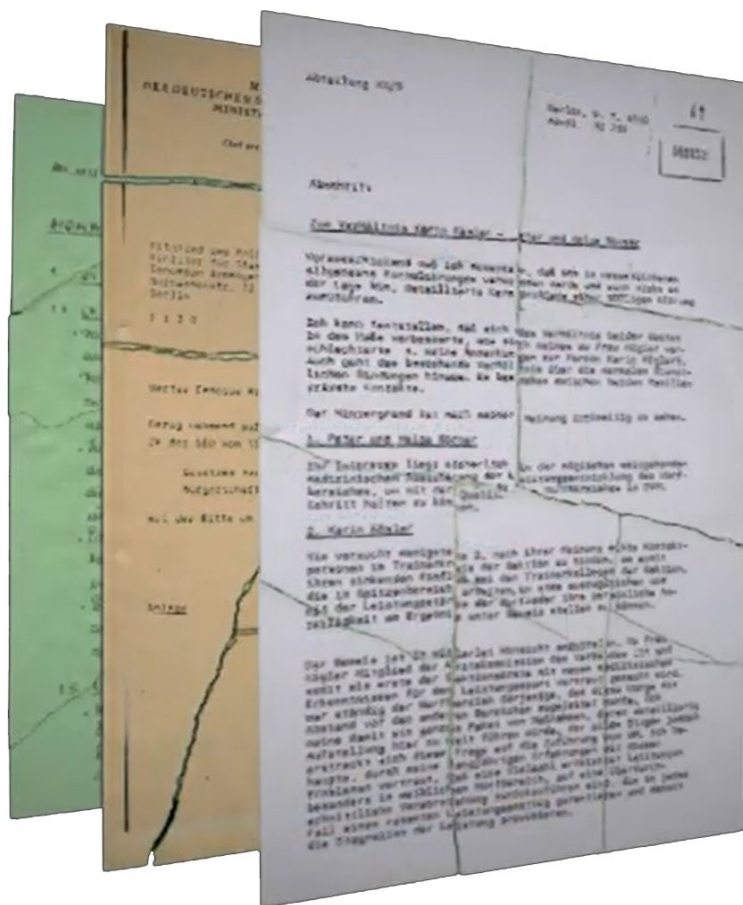


Рис. 7.63. Віртуальна реконструкція зруйнованих документів

ручної перевірки та виправлення людьми сумнівних або неоднозначних результатів збирання головоломки¹⁶⁹.

Згодом на основі розробленої технології фахівцями Fraunhofer IPK було побудовано велику автоматизовану лінію, що складалася із транспортера; детектора металевих предметів, насамперед, скріпок; маркуючого модуля, що лазером наносить на кожен шматок прихований штриховий код, який можна зчитувати лише в ультрафіолетовому світлі (рис. 7.64); роботизованих рук (рис. 7.65), що перекладають марковані шматки на транспортер для їх оцифрування.

¹⁶⁹ Automatisierte virtuelle Rekonstruktion zerrissener Stasi-Akten. Fraunhofer IPK. URL: <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/referenzen/stasi-puzzle.html> (дата звернення: 01.03.2023).

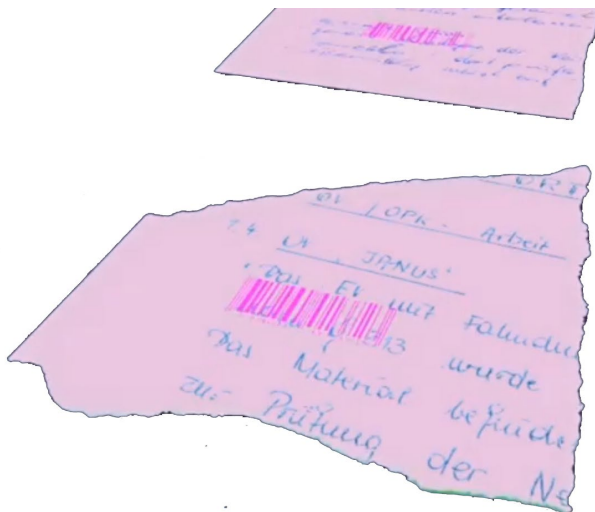


Рис. 7.64. Автоматичне маркування шматків документів Штазі штриховим кодом за допомогою лазера, що функціонує у складі автоматизованої лінії Fraunhofer IPK¹⁷⁰

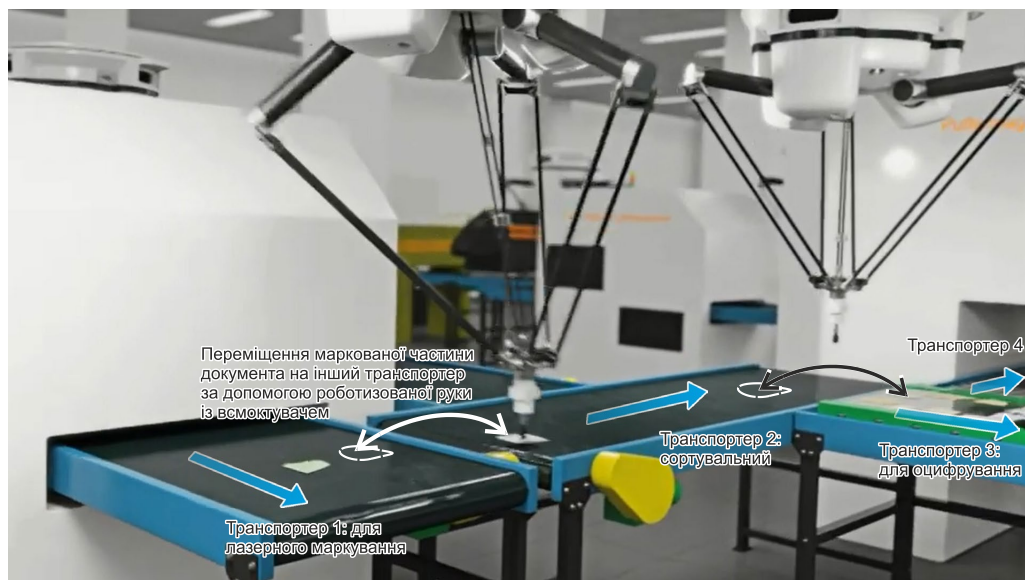


Рис. 7.65. Роботизовані руки, що перекладають марковані шматки з одного транспортера на інший (Fraunhofer IPK)

¹⁷⁰ Virtual Reconstruction of Ripped Stasi Files. Official Fraunhofer IPK YouTube Chanel. October 9, 2013. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FQdKf1H-iXg> (дата звернення: 01.03.2023).

Зазначимо, що технологія Fraunhofer IPK для відновлення пошкоджених документів була успішно застосована для реконструкції подібних документів в Бюро видавання та архівування документів Інституту національної пам'яті в м. Катовице (Польща)¹⁷¹.

Крім того, технологія була успішно застосована для відновлення рукописів (рис. 7.66), що потрапили на зберігання в такому стані до Інституту Месропа Маштоца (Матенадаран) у Єревані (Вірменія), що являє собою музей, сховище та науково-дослідний інститут давніх і середньовічних рукописів та іншої документальної історико-культурної спадщини, збереження, консервація та реставрація яких має не лише національне, а й



Рис. 7.66. Фізичний стан рукописного молитовника «Нарек» XIII–XIV ст. (Матенадаран) із сильно фрагментованими аркушами, оцифрування та віртуальну реконструкцію якого здійснив Fraunhofer IPK

¹⁷¹ Гаранін О. Я., Ковтанюк Ю. С. XVI Міжнародна конференція архівів «Складні питання історії та архівів» із циклу Colloquia Jerzy Skowronek Dedicata (19–20 трав. 2016 р., м. Варшава). *Архіви України*. 2016. № 3–4. С. 267–271.

міжнародне значення, зважаючи, що частини колекції Матенадарана була включена до реєстру ЮНЕСКО «Пам'ять світу» ще у 1997 р.¹⁷².

7.14. Приклади застосування ядерно-фізичних методів дослідження історико-культурної спадщини

У контексті розгляду ядерно-фізичних методів дослідження історико-культурної спадщини заслуговує на розгляд мюонної радіографії, скорочено мюографії (muography) – метод візуалізації, заснований на поглинанні речовиною атмосферних мюонів, високоенергетичних μ -частинок, які виникають у верхніх шарах атмосфери Землі під дією космічних променів, що дозволяє отримувати 2D- та 3D-зображення внутрішніх структур досліджуваних об'єктів. Особливий інтерес становлять приховані елементи внутрішньої структури, до яких немає доступу. Техніка ґрунтується на вимірюваннях потоку мюонів у досліджуваному об'єкті шляхом фіксації проекції елементарних заряджених частинок, зокрема μ -частинок, електронним або хімічним шляхом за допомогою матеріалів, чутливих до цих частинок, таких як ядерні емульсії. Із зафіксованих проєкцій можна емулювати зображення цільового об'єму об'єкта, що досліджується. Чим більша сукупна кількість мюонів буде виявлена в об'єкті, тим точніше буде визначена його структура, а також інші елементи, що можуть знаходитися всередині досліджуваного об'єкта. Це неінвазивна та пасивна техніка, тому її можна розглядати як дійсну альтернативу звичайним методам розвідки, що використовуються в геології, археології, планетології, цивільному захисті, а також дослідженнях об'єктів історико-культурної спадщини. Вимірювання потоку виконується за допомогою детекторів, що створюються за різними технологіями.

Значних досягнень щодо застосування мюографії та інших методів дослідження історико-культурної спадщини досягла міжнародна міждисциплінарна команда ScanPyramids (SP) із HIP.institute (<http://www.hip.institute>), що займається вивченням, збереженням і передаванням культурної спадщини шляхом застосування передових технологій. Її засновники й учасники із інституцій різних країн світу мають великий досвід у мистецтві, науці та техніці. Команда ScanPyramids реалізує багаторічні проєкти дослідження єгипетських пірамід, застосовуючи для цього інноваційні технології, багато з яких розглянуті в цій праці, зокрема метод мюографії з подальшою візуалізацією виявлених внутрішніх конструктивних особ-

¹⁷² Rettung für antike Manuskripte. Fraunhofer IPK. URL: <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/referenzen/rettung-fuer-antike-manuskripte.html> (дата звернення: 01.03.2023).

ливостей пірамід, що приховані та недоступні для їх виявлення і вивчення іншими методами.

Проведене дослідження Великої піраміди Гізи (піраміда Хеопса), розташованої у передмісті м. Каїр (Єгипет), учасниками ScanPyramids дозволило виявити у споруді раніше невідомі дві порожнечі різних розмірів. Роботи розпочались у жовтні 2015 р. Для початку була створена 3D-модель піраміди за допомогою сканування, що забезпечив LiDAR-сканер. За допомогою метода термографії, що дозволяє отримати зображення в інфрачервоному діапазоні, яке показує термограму – картину розподілу температурних полів досліджуемого об'єкта. Результати вимірювань цим методом дав перші результати щодо імовірного існування до того невідомих порожнеч у середині піраміди. З часом, за тривалим спостереженням в інфрачервоному спектрі за місцем потенційної порожнечі була побудована динаміка зміни температури цього місця, що вказувало на температурну поведінку схожу з порожнечею. Результати інших методів підтвердили, що це була найменша із виявлених порожнеч, що отримала назву Північний коридор (North Face Corridor, SP-NFC), розташований ближче до основи Великої піраміди. Зокрема, таке підтвердження було отримано за допомогою георадара, геофізичного методу дослідження, заснованого на пропусканні та відбитті електромагнітних хвиль. Він зазвичай використовується під час досліджень об'єктів культурної спадщини та для їх структурної оцінки. Електромагнітні імпульси відбиваються тріщинами, стиками або межами підповерхневого шару, наприклад порожнечами. Відображення реєструються на радарограмі у двосторонній шкалі часу, що вказує на глибину відбиття. Цей час відбиття можна перетворити на значення глибини, якщо можна визначити репрезентативну діелектричну проникність середовища або середню швидкість поширення. Частота електромагнітних хвиль впливає на роздільну здатність даних і глибину проникнення¹⁷³. Далі також буде детальніше розглянуто метод мультиспектрального зображення, зокрема в інфрачервоному діапазоні.

Для застосування методу мюографії в дослідженні використовувалося три різних детектори проєкцій мюонів, що постійно потрапляють у піраміду:

– на основі ядерної емульсії (nuclear emulsion) – спеціальних високочутливих емульсійних плівок, насичених кристалами броміду срібла¹⁷⁴, що здатні фіксувати проєкції електронів, протонів і мюонів (рис. 7.67). Тех-

¹⁷³ Elkarmoty M., Rupfle J., Helal K. et al. Localization and shape determination of a hidden corridor in the Great Pyramid of Giza using non-destructive testing. *NDT & E International*. 2023. Vol. 139. Article number: 102809. 13 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2023.102809>.

¹⁷⁴ Morishima K. Latest Developments in Nuclear Emulsion Technology. *Physics Procedia*. 2015. Vol. 80. P. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2015.11.082>.



Рис. 7.67 Зображення проєкції руху мюона на екрані комп'ютера в лабораторії Нагойського університету, що фіксується за допомогою ядерної емульсії

нологія розроблена фахівцями із Інституту перспективних досліджень (Institute for Advanced Research) Нагойського університету (Nagoya University), Японія. Для утворення потрібної площі детекції мюонів плівки виготовлялися квадратної форми та для захисту розміщувалися між двома алюмінієвими пластинами. Такі пакети монтувалися на двох різних ділянках усередині споруди та забезпечували охоплення потрібної зони для детекції, зокрема, в Палаті Королеви (Queen's Chamber) було змонтовано ферму із 80 таких пластин. На рис. 7.68, це менше нижнє приміщення;

– електронний сцинтилятор – спеціально розроблений для цього дослідження ходоскоп (hodoscope) – детектор мюонів на основі пластикового сцинтилятора (plastic scintillator) однією з провідних у світі науково-дослідницьких лабораторій прискорювачів (High Energy Accelerator Research Organization: <https://www.kek.jp/en/>) корпорації «Міжвузівський науково-дослідний інститут» (Inter-University Research Institute Corporation) із Японії¹⁷⁵. Лабораторія відома під скороченням КЕК від її назви японською. Електронний сцинтилятор було розміщено у Палаті Королеви (Queen's Chamber);

¹⁷⁵ Abashian A., Gotowa K., & Morganet N. et al. The Belle detector. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*. 2000. Vol. 479. P. 117–232. URL: https://www-f9.ijs.si/~krizan/belle/detect_paper.pdf (дата звернення: 01.05.2023).

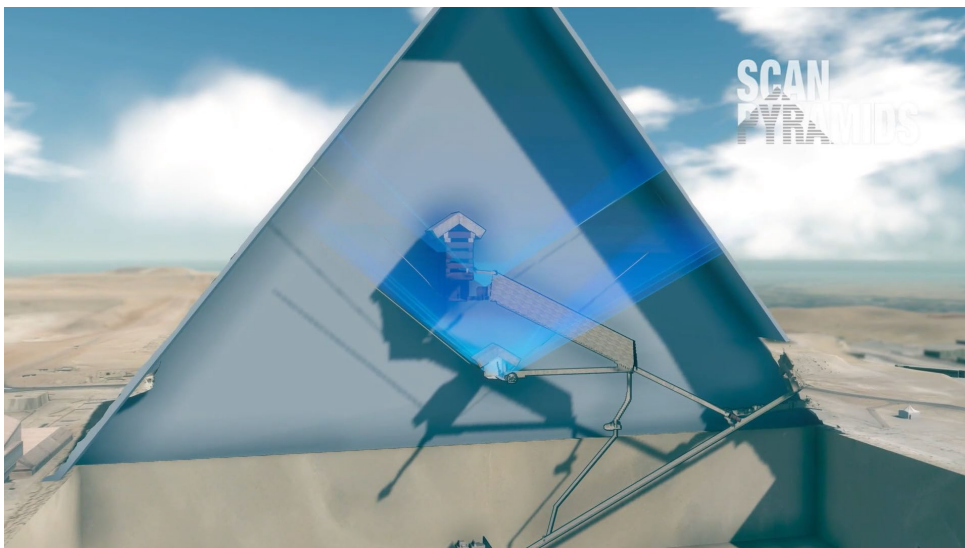


Рис. 7.68 Схематичне зображення зони детекції мюонів усередині Великої піраміди з кутом огляду 90°

– мюонний телескоп з газорозрядним детектором (рис. 7.69), розроблений і збудований спеціально для проєкту щодо дослідження Великої піраміди колективом Інституту дослідження фундаментальних законів Все-



Рис. 7.69 Мюонний телескоп з газорозрядним детектором IRFU CEA, що застосовувався для отримання мюографічних зображень із східного боку Великої піраміди

світу (institute for Research on the Fundamental laws of the Universe, IRFU: https://irfu.cea.fr/en/Phoce/Vie_des_labos/Ast/), що є підрозділом фундаментальних досліджень (Fundamental Research Division) французький науково-дослідний інститут «Комісаріат атомної енергії» (фр. Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, CEA) [Alternative Energies and Atomic Energy Commission (Комісія з альтернативних джерел енергії та атомної енергії)] із м. Сакле (Saclay), Франція. Телескоп було розташовано зі східного та північного боків піраміди, для отримання даних про обидві порожнечі ззовні піраміди.

На підставі досліджень, що проводились за допомогою цих детекторів протягом року було отримано множину зображень об'єму Великої піраміди, на основі розподілу мюонів за їх кількісними показниками, що моделювали її внутрішню структуру. За цими зображеннями і виявляли невідомі недоступні порожнечі в піраміді. До прикладу на рис. 7.70 наведене подібне зображення ймовірно з великою порожнечею SP-BV (Big Void), отримане на підставі результатів спостережень за потоками мюонів за допомогою ядерних емульсійних плівок, розташованих у ніші Палацу Королеви.

Різні методи досліджень дозволили науково підтвердити існування двох порожнеч у піраміді: великої SP-BV, розташованої на північ від Королівському палаці (King's Chamber), над Великою галереєю (Grand Gallery), і Північного коридору SP-NFC, що були позначені на 3D-моделі піраміди (рис. 7.71).

З науковими результатами про застосовані технології виявлення мюонів, їх характеристики, принципи функціонування, здійснені ними вимірювання мюонів і наукове опрацювання отриманих даних з їх кількісними показниками можна ознайомитися у спільній статті науковців, які

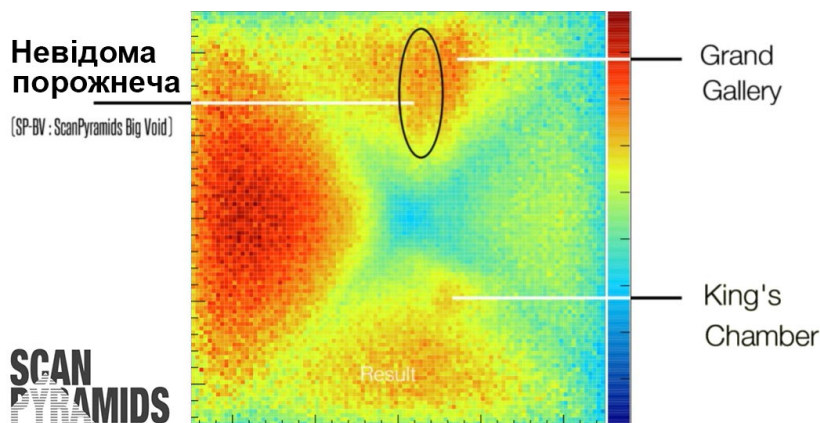


Рис. 7.70 Зображення, отримане за допомогою ядерних емульсійних плівок, розташованих у ніші Палацу Королеви



Рис. 7.71 Розташування виявлених порожнеч всередині Великої піраміди методами мюнографії

розробляли зазначені технології та брали безпосередню участь у реалізації проекту, що вийшла у 2017 р. у журналі Nature, одному із давніших наукових видань у світі, що індексується в Scopus і WoS. Сторінка цієї праці онлайн, за DOI¹⁷⁶, надає можливість отримати приклади таких зображень з подальшим їх інтерпретуванням у 2D-зображення та 3D-моделі Великої піраміди, в яких виявлені порожнечі отримують більш фізично зрозумілі розміри і положення. Для нашого дослідження, особливий інтерес представляє наведений порівняльний аналіз трьох технологій виявлення мюонів у формі таблиці, що дозволяє визначити точність цього вимірювання (<https://www.nature.com/articles/nature24647/tables/1>). Найкращий результат надає технологія ядерної емульсії, що забезпечує виявлення мюонів у фізичному розмірі 1 мкм. Крім того, станом на 2017 р. зазначено, що ця технологія перебуває у стані подальшого розвитку. Також звертає на себе увагу відсутність потреби у забезпеченні цього рішення будь-якою енергією. Разом з тим, емульсійні плівки потребують підготовки до використання за певною методикою, що передбачає виконання низки заходів з вологого накладання емульсії, сушіння плівок та ручного їх опрацювання

¹⁷⁶ Morishima K., Kuno M., Nishio A. et al. Discovery of a big void in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons. *Nature*. 2017. Vol. 552. P. 386–390. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature24647>.

спеціальною технікою. Тому в роботі 2023 р. учасників ScanPyramids вже дається оцінка і порівнюються тільки результати, отримані за технологіями ядерної емульсії Нагойського університету і мюонного телескопу IRFU CEA з газорозрядним детектором, що впливає на точність визначення фізичних розмірів і розташування виявлених порожнеч¹⁷⁷.

За наведеним вище посиланням на офіційний вебсайт HIP.institute, можна ознайомитися з детальними відеозвітами команди ScanPyramids про різні етапи проєкту щодо Великої піраміди.

У 2017 р. за допомогою Les Studios de Paris було створено віртуальну реальність (virtual reality – VR), з розміщеною в ній цифровою 3D-копією Великої піраміди, що дозволило візуально аналізувати отримані дані, просто опинившись всією командою всередині цієї віртуальної піраміди за допомогою VR-гарнітур, в якій можна швидко переміщуватися до потрібних складових та інтерактивно взаємодіяти з ними, змінюючи їх розміри, повертаючи споруду на 360°, що значно прискорило остаточний етап наукового дослідження (рис. 7.72).

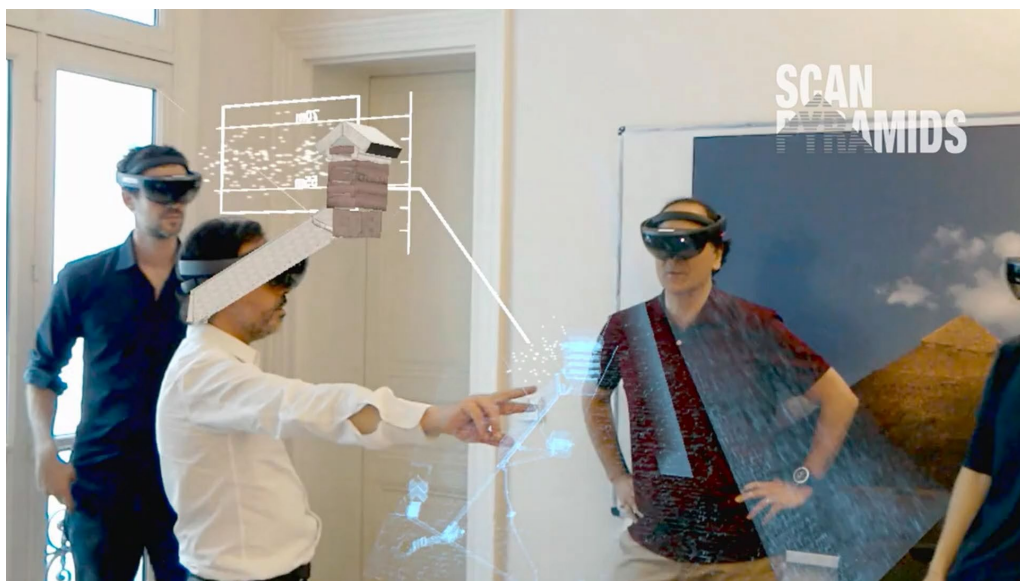


Рис. 7.72 Зображення віртуальної реальності, що бачили учасники ScanPyramids через VR-гарнітури під час обговорення цифрової 3D-моделі Великої піраміди

¹⁷⁷ Procureur S., Morishima K., Kuno M. et al. Precise characterization of a corridor-shaped structure in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons. *Nature Commun.* 2023. Vol. 14. No. 1. Article number: 1144. 15 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36351-0>.

У 2023 р. за допомогою ендоскопу, просунутому через невеликий отвір між плитами так званого Шеврону (Chevron), місця розташування чотирьох блоків, складених відкритим кутом до низу у формі даху, з північного боку піраміди, зафіксовано перше відеозображення Північного коридору. Отримані дані будуть досліджуватися далі.

Одне із таких продовжень відбувається прямо зараз в межах місії EGP (Exploring the Great Pyramid – дослідження Великої піраміди), що застосовує дослідження піраміди методом томографії мюонного зображення, з використанням великого мюонного телескопу, що має у понад 100 разів більшу чутливість, ніж обладнання, яке використовувалося командою ScanPyramids. Це дозволяє фіксувати більше мюонів та отримувати зображення з більшою деталізацією про конструктивні особливості споруди й їх вмісту.

Метою дослідників є «створення вперше повної справжньої реконструкції томографічного зображення піраміди»¹⁷⁸. І перші результати підтверджують кращу деталізацію об'єкта, що вже дозволили уточнити висновки ScanPyramids щодо розмірів виявлених порожнеч. На рис. 7.73 наведене зображення піраміди з великою порожнечою SP-BV, отримане місією EGP, яке достатньо порівняти з зображенням ScanPyramids, представленим на рис. 7.70 щоб побачити кращу деталізацію, яку надає новий мюонний телескоп.

Також подібні методи мюографії застосовувались і для дослідження інших об'єктів, наприклад, проведених на шахті Темперино (Тоскана, Італія), для пошуку та тривимірної візуалізації порожнин. Ця шахта експлуатувалася з етруських часів до недавнього часу (1973 р.) і зараз є активною туристичною визначною пам'яткою з відкритим доступом до її тунелів¹⁷⁹.

7.15. Особливості популяризації історико-культурної спадщини в соціальних мережах

Окремий розвиток отримав напрям у бібліотеках і архівах щодо оприлюднення за допомогою інтернет ресурсів розширеної інформації про рукописи та стародруки у формі відео, в яких бібліотекарі й архівісти особисто розгортають пам'ятки, презентуючи найбільш привабливі їх скла-

¹⁷⁸ Bross A. D., Dukes E. C., Ehrlich R. et al. Tomographic Muon Imaging of the Great Pyramid of Giza. *arXiv Cornell University*. 2022. Article number: arXiv.2202.08184. 15 p. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.08184>.

¹⁷⁹ Borselli D., Beni T., Bonechi L. et al. Three-dimensional muon imaging of cavities inside the Temperino mine (Italy). *Sci Rep*. 2022. Vol. 12. Article number: 22329. 12 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26393-7>.

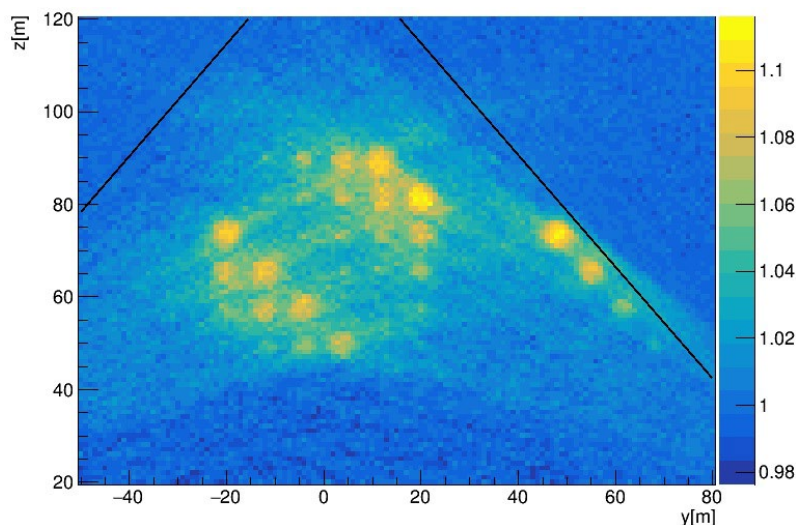


Рис. 7.73. Зображення плану (зрізу) 3D-гістограми Великої піраміди у площині, утвореною осями YZ, на відмітці по осі $x = 7$ м, що дозволяє більш детально розглядати порожнечу SP-BV

дові, що неможливо побачити та почути на статичних 2D-цифрових копіях, які масово надаються в доступ на офіційних онлайн ресурсах інституцій та спеціалізованих репозитаріїв історико-культурної спадщини. Основна ідея такого підходу – зробити бібліотеки й архіви більш доступними та відкритими широкій аудиторії нефахівців недоступні пам’ятники письма і друку, що демонструють естетику культури та самі запрошують глядачів до культурної зустрічі, яку мають бібліотекарі, архівісти і дослідники та можуть відчути повноту сприйняття всієї системи інформації, що передається рукописами і стародруками, безпосередньо працюючи з ними. Отже, проблема передавання відчуття матеріального під час публічного доступу до писемної та друкованої історико-культурної спадщини через цифрову культуру стала предметом широкого обговорення серед науковців на заході.

Розлоге дослідження щодо цієї проблеми здійснила Йоганна Грін, викладачка історії книги та цифрової гуманітаристики Університету Глазго, Сполучене Королівство (Lecturer in Book History and Digital Humanities of University of Glasgow, UK), у 2018 р., запропонувала доторкнутися до рукописів і стародруків в соціальній мережі, зокрема Instagram¹⁸⁰. З пози-

¹⁸⁰ Green J. M. E. Digital Manuscripts as Sites of Touch: Using Social Media for «Hands-On» Engagement with Medieval Manuscript Materiality. *Archive Journal*. 2018. URL: <https://www.archivejournal.net/essays/digital-manuscripts-as-sites-of-touch-using-social-media-for-hands-on-engagement-with-medieval-manuscript-materiality/> (дата звернення: 01.03.2023).

ції збереженості фондів історико-культурної спадщини можна підтримати таку спробу колег, зважаючи, що це вкладається у загальну концепцію покращення збереженості будь-яких документів. Однак, Й. Грін багато уваги привернула підходам щодо підготовки таких відео рукописів і стародруків, щоб зробити ці об'єкти «живими» та краще передавати їх естетику культури.

На нашу думку, вдалим прийомом є передавання у відео звуків перегортання аркушів рукописів та від інших різних дій з ними; додавання до нот аудіофайлів з варіантами їх відтворення; передавання світових ефектів у відео, що утворює ілюміновані рукописи при зміні їх освітлення, тощо. Ефект гри світла можна продемонструвати навіть на статичних зображеннях, наприклад, як наведено на рис. 7.74 з ілюмінованим рукописом XV ст.¹⁸¹

Ще один прийом, що на думку Й. Грін вирішує проблему наближення глядача до відчуття матеріальності об'єктів документальної історико-культурної спадщини, є потрапляння у кадр людських рук, якими тримають пам'ятки, перегортають їх аркуші / сторінки і начебто тим передають глядачу в системі з іншими прийомами подання інформації відчуття дотику до пергамену, тексту, обкладинки та інших видимих у кадрі елементів оформлення. За висловом автора, відчуття їх аналогових властивостей (*sense of the analogue properties*) дозволяє отримати доступ до аури оригінального об'єкта («*aura*» of the original object). На нашу думку, це доволі сміливе припущення щодо виникнення у глядачів таких відчуттів, яке мало жваве обговорення в тих самих соціальних мережах.

Проте, переглянувши запропоновані відеоматеріали вимушені не погодитися з тим, що дослідниці і багато інших популяризаторів історико-культурної спадщини в соціальних мережах торкалися пам'яток незахищеними руками, без рукавичок, що, безумовно, не сприяє збереженості цих рукописів (рис. 7.75). Можливо, на думку Й. Грін, це компроміс між безпечним і естетичним, однак цей аспект не обговорюється в її праці. У множині фото- та відеоматеріалів у соціальних мережах, що розповсюджуються Й. Грін і розглядаються у її праці, наведено приклади небезпечного використання особливо цінних документів і рідкісних видань без застосування спеціальних засобів. На світлині, що наведена на рис. 7.75 (а), представлено користування друкованою працею «Космогра-

¹⁸¹ Приватний рукописний молитовник «Книга годин» (Book of Hours) із Брюгге (нід. Brugge), Західна Фландрія (Flanders), Бельгія, на французькій мові, виготовлений у Нідерландах, приблизно у 1460 р., оздоблений ілюмінованими мініатюрами, що зображують сцени з Різдваної історії. Із спеціальної колекції Бібліотека Університету Глазго (Glasgow University Library), Flanders: c. 1460 Sp Coll MS Euing 3. URL: <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/library/files/special/exhibns/month/dec2006.html> (дата звернення: 01.03.2023).

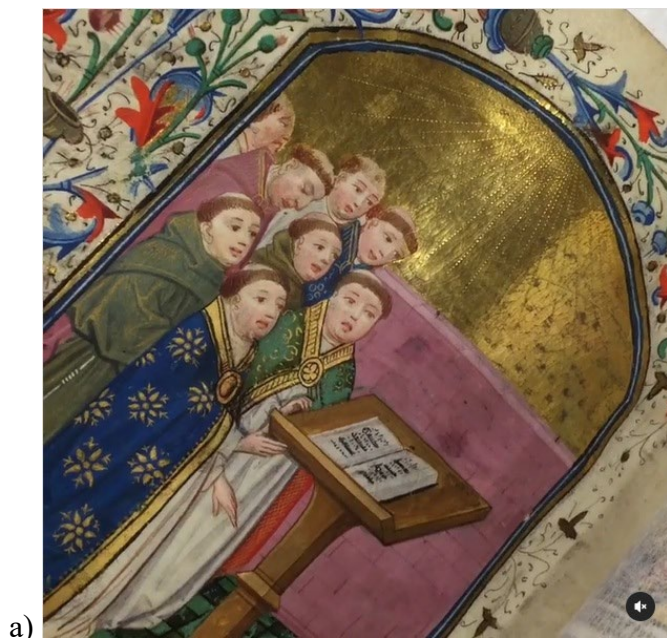


Рис. 7.74. Гра світла на золотистому оздоблені рукопису XV ст.: а) без спалаху; б) із спалахом, що утворено світлом, яке потрапило на оздоблення при відповідному повороті рукопису (<https://www.instagram.com/p/BQgMTR7hGtN>)

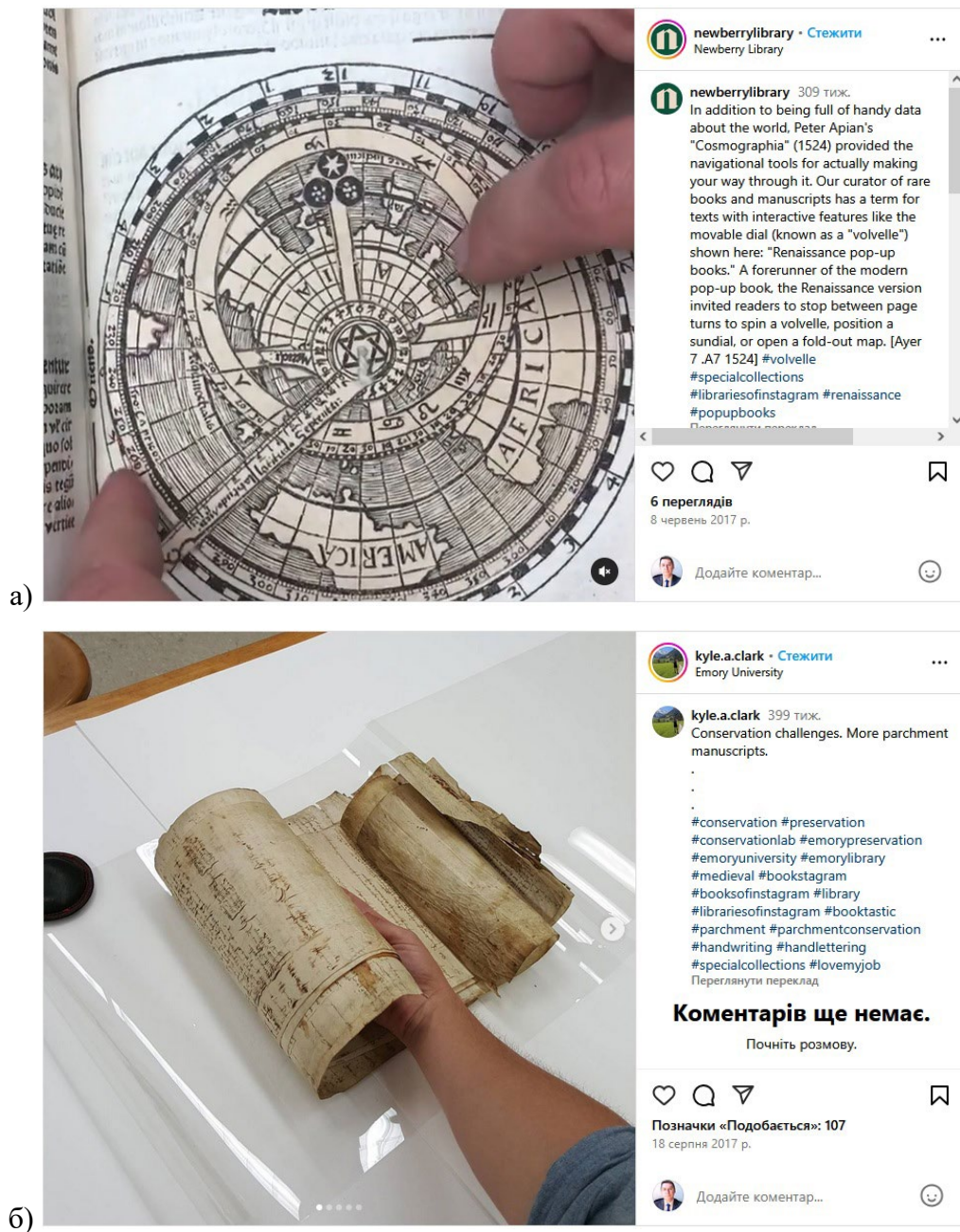


Рис. 7.75. Приклади популяризації історико-культурної спадщини в соціальній мережі Instagram без дотримання загальних норм щодо забезпечення її збереженості: а) Бібліотека Ньюберрі (Newberry Library), США; б) Університет Еморі (Emory University), США

фія» (Cosmographia) Петера Апіана (Peter Apian, 1524), яка зберігається в Бібліотеці Ньюберрі (Newberry Library), США (оприлюднено 08.06.2017 в <https://www.instagram.com/p/BVFGdNvnIEJ>). На світлині, представлений на рис. 7.75 (б), зберігач розгортає незахищеними руками рукопис на пергамені, що зберігається в Університеті Еморі (Emory University), США (оприлюднено 18.08.2017 в <https://www.instagram.com/p/BX8X3CBFA0f>). Опис світлини не надається. Проте, зазначено, що є проблеми із її збереженням. Фото зроблено Кайл Ентоні Кларк (Kyle Anthony Clark).

Отже, фахівці НБУВ не радять повторювати такі прийоми без використання рукавичок задля забезпечення збереженості об'єктів історико-культурної спадщини.

ПІСЛЯМОВА

Проведені наукові дослідження для впровадження базових складових сучасної системи збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України показали їх перспективність як основної умови забезпечення збереження фондів на різноманітних матеріальних носіях. Монографія відображає усю багатогранність процесу запровадження сучасних методів забезпечення збереженості фондів для розв'язання проблеми захисту та збереження особливо цінних документів НБУВ інших бібліотек і архівів України. У виданні окреслено декілька напрямів цього процесу. Насамперед, валідація основних положень діючої системи збереження особливо цінних фондів НБУВ як важливий процес, що дозволяє перевірити та підтвердити ефективність і надійність діючого комплексного екологічного моніторингу раритетних документів та приміщень, де вони зберігаються. Основні положення діючої системи збереження раритетних документів включають, по-перше, фіксування умов зберігання, визначення характеристик матеріалів, з яких документи створені, процеси їх оброблення чи відновлення за необхідності відповідно до встановленого фактичного фізичного стану. Ретельний аналіз та оцінювання цих факторів дозволяє забезпечити їх відповідність державним стандартам та кращим практикам. З іншого боку в цій системі акцентується на необхідності окреслення конкретних пріоритетів в організації діяльності з консервації особливо цінних бібліотечних фондів таких, як фонди рукописів, стародруків, рідкісних видань, історичних колекцій, архівних документів НАН України та депозитарія НБУВ, що становить виняткову наукову і загальнокультурну значимість, тож має непересічне значення для розвитку науки, освіти, культури в Україні й відповідно до чинного законодавства як одне ціле являє собою науковий об'єкт, що становить національне надбання. Екологічна домінанта відіграє ключову роль у збереженні цього унікального об'єкта, тому що такі фактори як температура, вологість, освітлення та якість повітря у сховищах можуть значно вплинути на стан і збереженість документів. Ретельне та вчасне виконання консервативних заходів у рамках діючої системи збереження раритетних фондів бібліотеки з екологічною домінантою вимагає співпраці між матеріалознавцями, мікологами і бібліотекарями, щоб забезпечити якнайкращі умови для довготермінового зберігання цих особливо цінних документів.

У цьому контексті, виконана науково-дослідна робота є актуальною та важливою для подальшого розвитку, адже вдосконалення систем

збереження раритетних фондів у бібліотеках не обмежується виконаними дослідженнями, а може продовжитися пошуком, апробацією та впровадженням нових технологій, зокрема і цифрових, для гарантування доступу користувачів до цих фондів у майбутньому.

На окрему увагу заслуговують різні методи оцифрування історико-культурної спадщини, зокрема виявлення прихованої інформації, й автоматизованого оброблення описової інформації у формі метаданих, що можуть застосовуватися для створення цифрових 2D-, 2.5D-, 3D-копій, а також 4D-модулювання та керування процесами щодо них в електронному середовищі.

Відображені у виданні результати науково-практичної діяльності з недопущення зниження значимості перспективної консервації та верифікація окремих превентивних заходів розглядається як основна стратегія діючої системи забезпечення збереження бібліотечних і архівних фондів, які становлять культурне надбання держави, що реалізується завдяки комплексному підходу. Перш за все, це запровадження таких методів консервації, які б дозволили зберегти бібліотечні й архівні раритетні документи в оригінальному первозданному вигляді упродовж тривалого часу. Виконання цього завдання неможливе без вивчення та застосування результатів досліджень хімічної галузі, фізики, зокрема застосування ядерно-фізичних та оптичних методів, та матеріалознавства, цифрових технологій з метою запровадження найефективніших способів збереження усіх виявлених у бібліотеці матеріалів. Ще одним важливим аспектом є верифікація превентивних заходів, тобто вчасне та регулярне перевіряння ефективності запроваджених методів та контроль за їх виконанням, застосованих матеріалів та, за необхідності, їх коригування. Це реалізується шляхом проведення регулярних науково-прикладних обстежень масивів бібліотечних колекцій чи окремих раритетних документів, а також завдяки використанню сучасних технологій, нових стратегій та методів для моніторингу стану бібліотечних фондів, зокрема з метою упередження ентомологічних та мікологічних біопшкоджень. Розроблення та запровадження ефективних методик для виявлення та визначення обсягу цих пошкоджень з використанням відповідних державних та іноземних стандартів основна передумова успішного вирішення зазначеної проблеми. Сучасний рівень вирішення цього завдання може включати використання таких технологій з відповідним апаратурним обладнанням сховищ, коли можливим є дистанційне виявлення наявності біологічних шкідників. Наведені у монографії методи ліквідації наслідків ентомологічних та мікологічних біопшкоджень охоплюють усе різноманіття можливих профілактичних заходів, методів дезінфекційного, дератизаційного та індивідуального санітарно-гігієнічного оброблення. Серед цих методів фізичні – викорис-

тання різних температур – від мінусових до підвищених, хімічні з застосуванням найрізноманітніших фунгіцидів та безпечних для документів хімічних речовин, а також біологічні способи знешкодження за допомогою природних ворогів шкідників.

Особливу увагу в дослідженні приділено нанотехнологіям, що відкривають нові можливості щодо планування превентивних заходів щодо уповільнення або припинення руйнівних процесів у матеріалах документів за допомогою проведення їх обстеження на нанорівні та застосування спеціальних наноматеріалів, які застосовуються до документів за новими методиками, коли традиційні методи обстеження не дозволяють виявити проблеми із станом матеріальної основи фондів. Така превентивна з позиції традиційних методів позитивна методика, що забезпечується її нанорієм, заслуговує на увагу, подальших дослідження та впровадження відповідних технологій у діяльність українських бібліотек і архівів.

Вважаємо, що наукові дослідження з гарантування біологічної безпеки бібліотечної установи показало їх перспективність і вони мають стати постійною складовою діяльності у сфері забезпечення збереження особливо цінних фондів, а біологічна безпека розглядається як одна з головних умов гарантування сталості вихідних властивостей документів на різних матеріальних носіях.

Забезпечення достатнього рівня якості реалізованих консерваційних заходів досягається також осучасненням методів, матеріалів та обладнання класичної реставрації та запровадженням математичних методів: поєднання статистичної складової для оцінювання якості діяльності з забезпечення збереження раритетних документів. Осучаснення методів, матеріалів та обладнання класичної реставрації може включати в себе такі аспекти як використання сучасних, стійких до впливу часу та навколишнього середовища, матеріалів – наноматеріалів та полімерів, розширення парку обладнання 3D-сканерами, принтерами та спектрометрами з метою створення точних цифрових копій документів, застосування високотехнологічних інструментів для детального аналізу та визначення подальшої стратегії реставрації, консервації документів. Використання програмно-технічних комплексів, які реалізують математичні методи, 3D-моделювання та застосування штучного інтелекту, що дозволяє оптимізувати прогнозування характеристик матеріалів під час реставрації й у післяреставраційний період, а також виявляти приховану інформацію як про матеріали документів та їх стан, так і приховану інформацію в документах.

У напрямку осучаснення традиційної реставрації у монографії актуалізується оптимальне поєднання традиційного підходу індивідуальної реставрації щодо оберненості відновлювальних операцій та виконання принципу «не зашкодити» з задіянням нових можливостей програмного

забезпечення, доступних електронних баз даних для реалізації управління процесами реставрації з використанням досягнутого на міжнародному рівні.

Отже головним завданням науково-дослідної роботи є забезпечення фізичного збереження такого значного за обсягом та унікального за змістом фонду НБУВ. Це потребує розроблення, своєчасного впровадження оперативних за суттю та різноманітних за спрямуванням заходів. Розроблення ефективної стратегії збереження особливо цінних бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України, включає не лише дослідження в галузі консервації та реставрації, а й своєчасне впровадження максимально ефективних заходів на підґрунті регулярного моніторингу, достатні знання про різні типи використаних для створення документів матеріалів та конкретної інформації про індивідуальні потреби для кожного окремого масиву документів. Так, окрема глава дослідження присвячена роботизації бібліотек, зокрема, роботизованому зберіганню документів та окреслені перспективи застосування цих технологій в українських бібліотеках і архівах. Усі названі елементи, інновації та вчасне реагування відповідно до змінюваних умов є гарантією забезпечення збереження документів на різних матеріальних носіях для майбутніх поколінь користувачів бібліотеки.

У виданні належне віддається ефективності цифрових технологій та важливості побічної консервації для забезпечення збереження оригіналів документів. Впровадження цих технологій розглядається як цифрова трансформація усієї системи збереження фондів, а саме існування першоджерел на паперових і нетрадиційних носіях у стабільному фізичному стані завдяки превентивній та перспективній консервації є запорукою їх подальшого вивчення та здійснення різноманітних копіювальних операцій для перенесення інформації на інші більш досконалі електронні носії у майбутньому.

Монографія та наведений ілюстративний матеріал презентується як розгорнуте підґрунтя для запровадження сучасного системного підходу до забезпечення збереження особливо цінних бібліотечних і архівних фондів, що становлять культурне надбання України в умовах сьогодення, та визначає подальші напрями розвитку цієї системи.

Любов Затока, Юрій Ковтанюк

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ І ЛІТЕРАТУРИ

1. 3D друк в умовах біомедичного використання : конспект лекцій з дисципліни «3D друк в умовах біомедичного використання» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Б. В. Єфременко. Маріуполь : ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», 2019. 56 с. URL: <https://events.pstu.edu/bioart/wp-content/uploads/sites/3/2020/04/3d-printing-for-biomedical-applications-lec.pdf>.
2. 3D принтер Original Prusa I3 MK3S+. Офіц. вебсайт 3Dreams. URL: <https://3dreams.com.ua/ua/product/3d-принтер-original-prusa-i3-mk3/>.
3. 3D-сканування Кирилівської церкви. Офіц. вебсайт Нац. заповідника «Софія Київська». URL: <https://st-sophia.org.ua/uk/novini/3d-skanuvannya-kirilivskoyi-tserkvi-12-st/>.
4. 3D-сканування Успенського собору. Офіц. вебсайт Нац. заповідника «Киево-Печерська лавра». URL: <https://www.kplavra.kyiv.ua/ua/node/3576>.
5. Бабій І. В Україні розпочали 3D-сканування церкви XII століття. Івано-Франківськ: *Галицький кореспондент*, 08.06.2023. URL: <https://gkpress.if.ua/v-ukrayini-rozpochaly-3d-skanuvannya-tserkvy-hii-stolittya/>.
6. Балишев М., Алексеєнко А., Науменко Т., Черняховська Ю. Процеси цифровізації та запровадження ініціативного проєкту «ТОПАЗ» у Центральному державному науково-технічному архіві України. *Архіви України*. 2020. № 2. С. 17–27.
7. Баранович Д. Б., Комаровська О. З., Лубенець В. І., Новіков В. П. Синтез та біологічна активність S-алкілбензолтіосульфонатів. *Міжвід. зб. «Фізіологічно активні речовини»*. 2000. № 2. С. 33–36.
8. Бідзіля В. О. Біоциди в реставраційній практиці (науково-інформаційне видання). Київ, 2003. 58 с.
9. Білинський Й. Й., Животівський С. М. Огляд методів 3D-контролю геометричних розмірів деталей. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2022. № 2. С. 114–122. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-161-2-114-122>.
10. Бруй О. М. Комплекс інформаційно-технологічних систем як інструмент успішної реалізації стратегії процесно-орієнтованої бібліотеки. *Вісник Харківської державної академії культури*. 2012. Вип. 38. С. 204–214.
11. Володіна О., Коваль Е., Місюра А., Шурубур А. Дослідження антисептиків для профілактики і захисту архівних документів від біо-

ушкоджень. *Студії з архівної справи та документознавства*. 2000. Т. 6. С. 109–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sasd_2000_6_37.

12. Воробей О. В. Криміналістичне дослідження пошкоджених та згаслих документів. Методичні рекомендації. Київ : ННПСК НАВС, 2010. 32 с.

13. Гаранін О. Я., Ковтанюк Ю. С. XVI Міжнародна конференція архівів «Складні питання історії та архіви» із циклу Colloquia Jerzy Skowronek Dedicata (19–20 трав. 2016 р., м. Варшава). *Архіви України*. 2016. № 3–4. С. 259–275.

14. Гороховский Е. Крестный отец, или первопредок. *Бумага и жизнь*. Киев, 2003. № 2. С. 55–56.

15. Гороховский Е. На шелковом пути. *Бумага и Жизнь*. 2002. № 9. С. 56–57.

16. День домашнього кіно : повідомлення від 19.10.2018. Офіц. вебсайт Центру міської історії Центрально-Східної Європи. Львів. URL: <https://www.lvivcenter.org/updates/home-movie-day-2018/>.

17. Деренько М. С., Дукін Г. Ю., Хмелик Т. В. Проблемні питання відтворення документів страхового фонду документації. *СФД (Страховий фонд документації)*. 2016. № 2. С. 23–37.

18. Дзендзелюк Л. С., Льода Л. М. Документи на пергаменті: способи дослідження, реставрації, збереження. *Вісник Львівської національної наукової бібліотеки України ім. В. Стефаника*. 2013. Вип. 7. С. 154–160. URL: <https://www.lsl.lviv.ua/wp-content/uploads/Z/Z2013/JRN/PDF/18.pdf>.

19. Довженко-Центр за підтримки УКФ готує виставку «ВУФКУ. Lost&Found» : повідомлення від 22.10.2018. Офіц. вебсайт Довженко-Центру. URL: <https://dovzhenkocentre.org/dovzhenko-tsentr-za-p-dtrimki-ukf-gotu-vistavku-syeedfch-lost-found>.

20. Договір про надання гранту від 30.06.2021 № 4ICP51-02009 між Українським культурним фондом і Центральним державним архівом-музеєм літератури і мистецтва України. Офіц. вебсайт УКФ. 42 с. URL: https://ucf.in.ua/storage/applications/4/ICP/5/1/4ICP51-02009/scaned_agreement/4ICP51-02009.PDF.

21. Дослідження впливу біоцидних препаратів на старіння реставраційних паперів / Держкомархів України. УНДІАСД; НАН України. Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного; ВАТ «Український науково-дослідний інститут паперу» ; уклад.: О. П. Володіна, Н. М. Жданова, Л. М. Канарьова та ін. Київ, 2005. 34 с. URL: <https://undiasd.archives.gov.ua/doc/biology.pdf>.

22. Доступ до цифрового фонду користування документами Національного архівного фонду : методичні рекомендації. Держ. арх. служба

України, Укр. наук.-дослід. ін-т арх. справи та документознавства ; уклад.: Л. В. Дідух, Т. М. Ковтанюк. Київ, 2022. 85 с.

23. ДСТУ 8889:2019. Документи з паперовими носіями. Правила зберігання національного архівного фонду. Чинний від 01.10.2020. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 16 с.

24. ДСТУ ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги (ГОСТ 7.50-2002, IDT). Чинний від 01.07.2007. Київ: Держспожив стандарт України, 2007. 18 с.

25. Ефективність нових матеріалів для зміцнення, стабілізації та реставрації матеріальної основи бібліотечних документів: Заключний звіт / НАН України: Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. УДК 025.7/9 ; № ДР 0109U000107 ; Інв. № 0712U001165. Київ, 2011. 126 с.

26. Зарицький А. М., Гудзь О. В., Міхно І. Л. Методичні вказівки щодо застосування засобу Полідез з метою дезінфекції. М-во охорони здоров'я. Київ, 2002. 14 с.

27. Затока Л. П. Забезпечення довговічності документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського: поєднання різних технологічних підходів. *Рукописна та книжкова спадщина України*. 2022. Вип. 28. С. 437–455. DOI: <https://doi.org/10.15407/rksu.28.437>.

28. Затока Л. П. Исследования и консервация коллекционных собраний НБУВ в процессе внедрения инновационных технологий сохранения библиотечных. *Науч.-практ. и теоретический сборник «Библиотеки Национальных академий наук: проблемы функционирования, тенденции развития»*. Киев, 2011. Вып. 9. С. 239–251.

29. Затока Л. П., Мозгова С. Г., Баляниця Н. Б. Попередження розвитку мікроскопічних грибів на папері документів. *Бібліотека. Наука. Комунікація* : матер. Міжнар. наук. конф. (Київ, 6–8 жовт. 2015 р.) / НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. Центрів академій наук – членів МААН. Київ, 2015. URL: <http://conference.nbuv.gov.ua/report/view/id/658>.

30. Затока Л. П., Остапенко А. А. Особливості зберігання документів на традиційних носіях, що зазнали техногенного навантаження. *Рукописна та книжкова спадщина України*. 2020. Вип. 26. С. 391–402.

31. Інтерв'ю директора Державного архіву Вінницької області Ю. Легуна в межах циклу передач «Не очень публичное мнение» : відеодокумент від 11.07.2016. Тривалість: 47:36. URL: https://www.youtube.com/watch?v=D_yS8y_Tu9A.

32. Інтерв'ю Голови Укрдержархіву Анатолія Хромова Польському радіо для України : повідомлення від 30 верес. 2023 р. Офіц. веб-

портал Держ. арх. служби України. URL: <https://archives.gov.ua/ua/2023/09/30/інтерв'ю-голови-укрдержархіву-анато-3/>.

33. Кадиляк М. С., Комаровська-Порохнявець О. З., Швед О. В. та ін. Дослідження біоцидів для захисту паперу від біопошкоджень. *Вісник Нац. ун-т «Львівська політехніка»*. Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2004. № 497. С. 71–73.

34. Комаровська О. З., Стадницька Н. Є., Баранович Д. Б. та ін. Фунгібактерицидна активність деяких тіосульфоестерів. *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. 2001. № 426. С. 137–141.

35. Комаровська-Порохнявець О. З., Губрій З. В., Швед О. В. та ін. Антимікробні властивості п-заміщених тіосульфонатів. *Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка»*. 2008. № 622. С. 44–46. URL: https://vlp.com.ua/files/10_54.pdf.

36. Комплекс обладнання з оцифровування документів Національного архівного фонду. Офіц. вебсайт держ. підприємства «Прозорро», 26.09.2019. URL: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2019-09-06-002160-b>.

37. Кондратюк Т. О., Бідзіля В. О., Кузуб В. В. Дослідження дії біологічно активних речовин природного походження на гриби – пошкоджувачі творів живопису. *Реставрація музейних пам'яток в сучасних умовах. Проблеми та шляхи їх вирішення* : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 1998. С. 65–66.

38. Куява Л. М. До проблеми зберігання бібліотечних книжок у шкіряних оправах. *Бібліотека. Наука. Комунікація: 100-річчя Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського* : матер. Міжнар. наук. конф. (Київ, 6–8 лист. 2018 р.). НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. центрів – членів МААН. Київ, 2018. С. 760–766.

39. Лазерне сканування Софійського собору. Офіц. вебсайт Нац. заповідника «Софія Київська». URL: <https://st-sophia.org.ua/uk/novini/lazerne-skanuvannya-sofijskogo-soboru/>.

40. Легун Ю. В. Генеалогічні матеріали у фондах Державного архіву Вінницької області та форми роботи з ними. Генеалогія. Збірка наукових праць. Голова редколегії В. А. Смолій ; упоряд. В. В. Томазов. Київ : ВД «Простір», 2013. Вип. І. С. 55–59.

41. Малюга В. В. Забезпечення дезінфекційних заходів у закладах охорони здоров'я. *Журнал головної медичної сестри*. 2013. № 2. С. 23–37.

42. Манжілевський О. Д., Іскович-Лотоцький Р. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчал. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 105 с.

43. Методичні вказівки щодо застосування засобу Гембар з метою дезінфекції та передстерилізаційного очищення. М-во охорони здоров'я. Київ, 2001. 10 с.

44. Мкртчян А. Найновіші дослідницькі технології та перспективи їх розвитку в Матенадарані. *Ліки пам'яті* : матер. VII Міжнар. семінару (26–29 верес. 2017 р., Матенадаран). Єреван, 2017. С. 16-21. URL: https://www.matenadaran.am/ftp/el_gradaran/Liki2017.pdf.

45. Науково-методичні розробки. Офіц. вебсайт ЦДАЕА. URL: <https://tsdaea.archives.gov.ua/naukovo-metodychni-rozrobky/>.

46. Омельченко М. М., Затока Л. П. До проблем старіння бібліотечних документів у шкіряній оправі. *Палітра друку*. Львів, 2002. № 2. С. 75–76.

47. Оцифрування аудіовізуальних документів Національного архівного фонду : метод. реком. Держ. арх. служба України, Укр. наук.-дослід. ін-т арх. справи та документознавства ; уклад.: Л. В. Дідух, Т. М. Ковтанюк. Київ, 2021. 82 с.

48. Пересунько Т. Світовий тріумф «Щедрика» – 100 років культурної дипломатії України (збірник архівних документів). Київ : Вид-во «АртЕк», 2018. 200 с. URL: <https://sshdir.org.ua/zbirnyk-arhivnyh-dokumentiv-svitovyj-triumf-shhedryka-100-rokiv-kulturnoyi-dyplomatiyi-ukrayiny/>.

49. Початок проєкту створення Національної електронної бібліотеки України за підтримки ЮНЕСКО та ІФЛА : повідомлення від 17 лют. 2023 р. Офіц. вебсайт Української бібліотечної асоціації. URL: <https://ula.org.ua/novyny-ta-podii/novyny/5078-pochatok-proiektu-stvorennia-natsionalnoi-elektronnoi-biblioteki-ukrainy-za-pidtrymky-yunesko-ta-ifla>.

50. Превентивні методи збереження документів наукових бібліотек у несприятливих екологічних умовах : монографія. Відповід. ред.: Л. В. Муха; Л. П. Затока, Л. М. Куява, Т. В. Крікова, К. В. Лобузін, Л. В. Муха, А. А. Остапенко, Я. І. Савчук ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. Київ, 2020. 124 с.

51. Приватний рукописний молитовник «Книга годин» (Book of Hours) із Брюгге (нід. Brugge), Західна Фландрія (Flanders), Бельгія, на французькій мові, виготовлений у Нідерландах, приблизно у 1460 р., оздоблений ілюмінованими мініатюрами, що зображують сцени з Різдвяної історії. Із спеціальної колекції Бібліотека Університету Глазго (Glasgow University Library), Flanders: с. 1460 Sp Coll MS Euing 3. URL: <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/library/files/special/exhibns/month/dec2006.html>.

52. Про заходи щодо переміщення Центрального державного науково-технічного архіву України : наказ Держ. архів. служби України від 07.08.2020 № 110.

53. Про надання доступу до одиниць зберігання Інституту рукопису (ф. 301, КДА): лист Ун-та Глазго (Сполучене Королівство) від 15.09.2021 (англ.). Поточний архів НБУВ, зареєстр. 04.10.2023, вх. № 583.

54. Про Український культурний фонд: Закон України від 23.03.2017 № 1976-VIII. Офіц. вебпортал Верховної Ради України «Закондавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1976-19>.

55. Романишин І., Маліцький А., Лозинський В. Класифікація та основні характеристики наземних 3D-сканерів. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2012. Вип. II (24). С. 69–74. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/87c466b8-7a90-42cd-9041-bd5c810dfd07/content>.

56. Савчук Я. І., Баляниця Н. Б., Чуєнко А. І., Письменна Ю. Б. Оцінка ефективності антифунгальної обробки паперу. *Бібліотека. Наука. Комунікація: формування національного інформаційного простору*: матер. Міжнар. наук. конф. (Київ, 4–6 жовт. 2016 р.) / НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. центрів-членів МААН. Київ, 2016. С. 555–559.

57. Система збереження бібліотечних фондів: проблеми та впровадження в умовах Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського: звіт про НДР (заключний) / НАН України; Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. УДК 025.7 / 9; № ДР 0100U006607; Київ, 2002. 61 с.

58. Соломатов В. И. Биологическое сопротивление материалов. Саранск: Изд-во Мордавского университета, 2001. 193 с.

59. Суббота А. Г., Новікова Г. М., Затока Л. П. Дослідження фунгіцидних властивостей дезінфікуючого засобу «Септодор». *Реставрація музейних пам'яток в сучасних умовах. Проблеми та шляхи їх вирішення*: тези доповідей IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 20–23 трав. 2003 р.) / Нац. наук.-дослід. реставраційний центр України. Київ, 2003. С. 158–162.

60. Сучасні аспекти обґрунтування вибору дезінфекційних засобів. URL: <http://www.laverna.kiev.ua/content/articles/index.php?article=600>.

61. Ткаченко В., Надточій І., Тімов О. Принципи вибору дезінфекційних засобів для забезпечення збереженості кіно-, фотодокументів у приміщеннях архівних та спеціальних установ. *Архіви України*. 2020. № 3. С. 53–73. DOI: <https://doi.org/10.47315/archives2020.324.053>.

62. Фалендиш Н., Грегірчак Н., Мисан Г. Дезінфектанти нового покоління в технологіях знезараження музейних об'єктів. *Зб. наук. праць «Музеї народного мистецтва та національна культура»*; за ред. д-ра мист. М. Селівачова. Київ: Златограф, 2006. С. 117–124. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/19219/3/3.pdf>.

63. Циганенко К. С., Зайченко О. М. Антибіотичні властивості деяких видів роду *Aspergillus* Mich. *Мікробіологічний журнал*. 2004. № 66. С. 56–61.

64. Чуєнко А. І., Іванова А. Г., Олішевська С. В. та ін. Ураження суцільнолитих гумових шин мікроскопічними грибами. *Мікробіологічний журнал*. 2010. № 72. С. 36–42.

65. Чуєнко А. І., Письменна Ю. Б., Савчук Я. І. та ін. Мікроскопічні гриби у повітрі бібліотек наукових установ м. Києва. *Мікробіол. журн.* 2020. Т. 82. № 4. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.04.063>.

66. Шваб К. Четверта промислова революція. Формуючи четверту промислову революцію. Переклад з англ.: Н. Климчук, Я. Лебеденко. Харків : КСД, 2019. 416 с.

67. Энгель П. Бумага принципы нейтрализации средневековых чернил. *Лики памяти. Новейшие технологии сохранения и восстановления рукописного и печатного наследия* : сборник статей. Ереван: Изд-во «Наири», 2012. С. 11–23.

68. Як працюють роботи в найбільших бібліотеках світу. blog.imena.ua, 15.03.2016. URL: <https://www.imena.ua/blog/robo-libraries/>.

69. 【人工智能先锋城市@天津】盘他！一本都不能错！中国日报网 [Місто піонерів штучного інтелекту в Тяньцзіні. Подивиться на них! З жодним з них не помилишся! Китайська щоденна газета]. May 17, 2021. URL: <https://cn.chinadaily.com.cn/a/202105/17/WS60a1e037a3101e7ce974f78d.html>.

70. 1.3 The rationale for this publication. Handling and Storage of Audio and Video Carriers, edited by Dietrich Schüller and Albrecht Häfner. First edition. IASA Technical Committee, 2014. (= Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 05). URL: <https://www.iasa-web.org/tc05/13-rationale-publication>.

71. 3D Scanning Brings Medieval Manuscript to Life. YouTube chanel of the University of Oklahoma Research. 2023. Time: 1:58. URL: https://www.youtube.com/watch?v=wWltPRWD_cY.

72. A0アパレル専用イメージスキャナ CSX550-09AP. 本体仕様. [Сканер зображень для одягу формату A0 CSX550-09AP. Технічні характеристики]. URL: <https://graphtec.co.jp/product/csx500ap/>.

73. Abashian A., Gotowa K., & Morganet N. et al. The Belle detector. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*. 2000. Vol. 479. P. 117–232. URL: https://www-f9.ijs.si/~krizan/belle/detect_paper.pdf.

74. Accelerator Mass Spectrometry (AMS) Dating. SGS Beta. URL: <https://radiocarbon.com/accelerator-mass-spectrometry.htm>.

75. Access Storage (ASRS/PARC). Official website of the UBC Library. URL: <https://services.library.ubc.ca/borrowing-services/storage/>.

76. Adobe Substance 3D. Потужні інструменти для митців 3D. Офіц. вебпортал Adobe. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d.html>.

77. Automated Retrieval System of the Sonoma State University Library. URL: <https://library.sonoma.edu/about/about-building/automated-retrieval-system>.

78. Automatisierte virtuelle Rekonstruktion zerrissener Stasi-Akten. Fraunhofer IPK. URL: <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/referenzen/stasi-puzzle.html>.

79. Boersma, F., Martens, M., Ankersmit, B., & Stappers, M. A Robotic Storage Facility for the Dutch National Library Collections. *Studies in Conservation*. 2022. Vol. 67 (Suppl. 1), P. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.1080/00393630.2022.2045420>.

80. BookDrive DIY. The Ultimate Book Scanning Solution. Official website of ATIZ. P. 3. URL: https://www.atiz.com/Download/brochure_diy.pdf.

81. Books in the Museum De Lakenhal collection. Official webportal of the Factum Foundation. 2023. URL: <https://factumfoundation.org/our-projects/digital-restorations/books-in-the-museum-de-lakenhal-collection/>.

82. Borselli D., Beni T., Bonechi L. et al. Three-dimensional muon imaging of cavities inside the Temperino mine (Italy). *Sci Rep*. 2022. Vol. 12. Article number: 22329. 12 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26393-7>.

83. Brochure ROBO SCAN V2. Official website of SMA Electronic Document GmbH. URL: <https://www.smascanners.com/en/wp-content/uploads/sites/4/2019/12/Brochure-ROBO-SCAN-V2-3.pdf>.

84. Bross A. D., Dukes E. C., Ehrlich R. et al. Tomographic Muon Imaging of the Great Pyramid of Giza. *arXiv Cornell University*. 2022. Article number: arXiv.2202.08184. 15 p. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.08184>.

85. Bukovsky V. The analysis of alkaline reserve in paper after deacidification. *Restaurator*. 2005. Vol. 26. No. 4. P. 265–275.

86. Burkel A. ROBO SCAN V2 : Video. Official website of Analogue Imaging (premier distributor of SMA scanning and archiving equipment scanners in USA). URL: <https://www.analogueimaging.com/robotic-scanners/>.

87. Cameron K. Sound and the Documentary Film. TYPES OF SOUND-TRACKS. Sir Isaac Pitman & Sons. 1947. URL: https://thediagram.com/12_1/typesof.html.

88. Bowlby C. Stasi files: The world's biggest jigsaw puzzle. *BBC Radio 4*. September 14, 2012. URL: <https://www.bbc.co.uk/news/magazine-19344978>.

89. Cobots increase customer engagement by handling shelving. Oodi Library. Helsinki. URL: <https://www.universal-robots.com/case-stories/oodi-library/>.

90. Cole R. J., Schweikert M. A. Handbook of secondary fungal metabolites. London. New York. Oxford. Paris: *Academic Press*. 2003. 1005 p.

91. Commission proposes a common European data space for cultural heritage. Official webportal of the European Commission. November 10, 2021.

URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-proposes-common-european-data-space-cultural-heritage>.

92. DeLozier J. 3D Scanning Brings Medieval Manuscript to Life. *Data Institute for Societal Challenges*. August 2, 2023 (Norman, OK, USA). URL: <https://www.ou.edu/disc/news-events/newsroom-events/2023/3d-scanning-brings-medieval-manuscript-to-life>.

93. Digital Viewing and Editing Table Perfecta Vision. Official website of CTM group – Debie. P 1. URL: <https://debie.fr/wp-content/uploads/2020/05/DEBRIE-2020-PERFECTA-VISION-ENG.pdf>.

94. Doulamis A., Doulamis N., Protopapadakis E. et al. 4D Modelling in Cultural Heritage. In: Ioannides M., Martins J., Žarnić R., Lim V. (Eds.) *Advances in Digital Cultural Heritage. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 10754. Springer, Cham. 2018. P. 174–196. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75789-6_13.

95. Edvardsen J., Sakrihei H. «8. The Repository Library». *Repositories for Print: P. Vattulainen and S. O'Connor (Eds.) Strategies for Access, Preservation and Democracy*. Berlin, Boston: De Gruyter Saur, 2018. P. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110535372-008>.

96. Elkarmoty M., Rupfle J., Helal K. et al. Localization and shape determination of a hidden corridor in the Great Pyramid of Giza using non-destructive testing. *NDT & E International*. 2023. Vol. 139. Article number: 102809. 13 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2023.102809>.

97. Endres W. More than Meets the Eye: Going 3D with an Early Medieval Manuscript. In: Clare M., Pidd M., Ward E. (Eds.). *Proceedings of the Digital Humanities Congress*. Sheffield: The Digital Humanities Institute, 2012. URL: <https://www.dhi.ac.uk/books/dhc2012/more-than-meets-the-eye/>.

98. EU Member States sign up to cooperate on digitising cultural heritage. Official webportal of the European Commission. April 9, 2019. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage>.

99. Europeana Data Model. Europeana Foundation. URL: <https://pro.europeana.eu/page/edm-documentation>.

100. Europeana strategy 2020–2025. Empowering digital change. Publications Office of the European Union. 2020. 50 p. DOI: <https://doi.org/10.2759/909020>.

101. Fabbri A. A., Ricelli A., Brasini S. Effect of Different Antifungals on the Control of Paper Biodeterioration Caused by Fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 1997. Vol. 39. No. 1. P. 61–65.

102. FARO Leap ST Handheld 3D Scanner. Official website of the FARO. URL: <https://www.faro.com/en/Products/Hardware/FARO-Leap-ST>.

103. Follow-up to decisions and resolutions adopted by the Executive Board and the General Conference at their previous sessions, Part I: Programme issues, F. UNESCO's actions and emergency assistance programme for Ukraine. September 9, 2022. Code 215 EX/5.I.F. UNESCO. Executive Board, 215th. 2022. P. 15. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382684?posInSet=1&queryId=081e2545-76da-42fb-9d10-c656cb4e89c5>.

104. Four Dimensional Cultural Heritage World. Final Report Summary – 4D-CH-WORLD. UNESCO. European Commission. July 25, 2018. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/324523/reporting>.

105. Franza C. Berlino incorpora nei suoi Archivi Federali gli Archivi della Stasi. Ora la Ddr è ufficialmente storia. Blog. 2021. URL: <https://blog.ilgiornale.it/franza/2021/07/19/berlino-incorpora-nei-suoi-archivi-federali-gli-archivi-della-stasi-ora-la-ddr-e-ufficialmente-storia/>.

106. Allen G. V. Are there ancient editions of Paul's letters? *Studia Theologica – Nordic Journal of Theology*. 2023. Vol. 77. No. 2. P. 200–230. DOI: <https://doi.org/10.1080/0039338X.2023.2191992>.

107. Green J. M. E. Digital Manuscripts as Sites of Touch: Using Social Media for «Hands-On» Engagement with Medieval Manuscript Materiality. *Archive Journal*. 2018. URL: <https://www.archivejournal.net/essays/digital-manuscripts-as-sites-of-touch-using-social-media-for-hands-on-engagement-with-medieval-manuscript-materiality/>.

108. Green L. R., Leese M. Nonaqueous deacidification of paper with methyl magnesium carbonate. *Restaurator*. 1991. Vol. 12. No. 3. P. 147–162.

109. Guide to Stereolithography (SLA) 3D Printing. Formlabs. URL: <https://formlabs.com/global/blog/ultimate-guide-to-stereolithography-sla-3d-printing/>.

110. Handling and Storage of Audio and Video Carriers, edited by Dietrich Schüller and Albrecht Häfner. First edition. International Association of Sound and Audiovisual Archives (IASA) Technical Committee, UK. 2014. 62 p. [Standards, Recommended Practices and Strategies, IASA-TC 05]. URL: <https://www.iasa-web.org/tc05/handling-storage-audio-video-carriers>.

111. Hartigan R. Historian uses lasers to unlock mysteries of Gothic cathedrals. National Geographic Society. June 22, 2015. Update April 16, 2019. URL: <https://www.nationalgeographic.com/adventure/article/150622-andrew-tallon-notre-dame-cathedral-laser-scan-art-history-medieval-gothic>.

112. Henderson C. A New Kind of Salvage: The Emergency Container of Cologne. *Journal of Paper Conservation*. 2022. Vol. 23. No. 1. P. 22–33.

113. Ipert S., Rousset E., Cheradame H. Mass deacidification of paper and books. *Restaurator*. 2005. Vol. 26. № 4. P. 250–264.

114. Janberg N. Reconstruction of Notre-Dame – 3D survey as immediate measure. *Structurae*. URL: <https://structurae.net/en/products-services/reconstruction-of-notre-dame-3d-survey-as-immediate-measure>.

115. Jia H., Sun H., Wang H. et al. Scanning strategy in selective laser melting (SLM): a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2021. Vol. 113. P. 2413–2435. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-06810-3>.

116. Kirtley T. The Building of the Book Storage Facility (chapter 6). In: Cannon C., Heaney M. (Eds.). *Transforming the Bodleian*. Walter de Gruyter GmbH. 2012. P. 67–82. URL: <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:d0183c8c-e785-443e-9d5e-37efd422c77c>.

117. Laptops for Ukraine initiative extended to help museums and libraries safeguard cultural heritage. Official webportal European Commission. June 15, 2023. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/laptops-ukraine-initiative-extended-help-museums-and-libraries-safeguard-cultural-heritage>.

118. Laptops for Ukraine. Support the digitisation efforts of Ukrainian cultural heritage institutions! Official webportal of the Europeana. 2023. URL: <https://pro.europeana.eu/page/laptops-for-ukraine>.

119. Laser Scanning Reveals Cathedral's Mysteries. YouTube chanel National Geographic. June 23, 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jAi29udFMKw&t=12s>.

120. Liu G.-L., Kazarian S. G. Recent advances and applications to cultural heritage using ATR-FTIR spectroscopy and ATR-FTIR spectroscopic imaging. *Analyst*. 2022. Vol. 147. P. 1777–1797. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2AN00005A>.

121. Losè T. L., Spreafico A., Chiabrando F., Tonolo G. F. Apple LiDAR Sensor for 3D Surveying: Tests and Results in the Cultural Heritage Domain. *Remote Sens*. 2022. Vol. 14 No. 17. Article number: 4157, 30 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14174157>.

122. Macris B. J. Production and Characterization of Cellulase and β -Glucosidase from a Mutant of *Alternaria alternata*. *Applied and Environmental Microbiology*. 1984. Vol. 47. No. 3. P. 560–565.

123. Manzoni C. *Hyperspectral_SantiagoWindow.avi*. *Optica Publishing Group*. May 22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7577684.v1>.

124. Material Finder. Official website of the 3D Systems. URL: <https://www.3dsystems.com/material-finder>.

125. Mercuri F., Pietroni E., D'Annibale E. et al. 4D Thermo-reflectography of Cultural Heritage. *Eurographics Workshop on Graphics and*

Cultural Heritage. 2023. P. 129–135. DOI: <https://doi.org/10.2312/gch.20231168>.

126. Mitutoyo Probes for Coordinate Measuring Machines. <https://www.electronicscrazy.sg/mitutoyo-probes-for-coordinate-measuring-machines/>.

127. Morishima K. Latest Developments in Nuclear Emulsion Technology. *Physics Procedia*. 2015. Vol. 80. P. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2015.11.082>.

128. Morishima K., Kuno M., Nishio A. et al. Discovery of a big void in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons. *Nature*. 2017. Vol. 552. P. 386–390. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature24647>.

129. Moya C., Henrique P. Novel Automated Storage and Retrieval Systems: Systematic Literature Review and Future Research Agenda. São Paulo, 2022. 113 p. URL: [https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/1261b097-e05c-4c5a-a496-902068373efd/PEDRO HENRIQUE CONSTANTE MOYA PRO2022.pdf](https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/1261b097-e05c-4c5a-a496-902068373efd/PEDRO%20HENRIQUE%20CONSTANTE%20MOYA%20PRO2022.pdf).

130. Murugesan G. R., Ledoux D. R., Naehrer K. et al. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. No. 6. P. 1298–1315. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev075>.

131. Myllys M., Häkkänen H., Korppi-Tommola J. et al. X-ray microtomography and laser ablation in the analysis of ink distribution in coated paper. *Journal of Applied Physics*. 2015. Vol. 117 No. 14. P. 144–902. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4916588>.

132. Nałęcz D. Doświadczenie powodzi. *Archeion*. Warszawa, 1998. Vol. XCIX. P. 7–20. URL: https://archiwa.gov.pl/wp-content/uploads/2022/02/Arch_XCIX.pdf.

133. NEDCC Preservation Leaflets. Content. National Endowment for the Humanities, Mass Cultural Council, Northeast Document Conservation Center. Andover (USA), 2006. URL: <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/overview>.

134. Nguyen L. C. The Impact of Humanoid Robots on Australian Public Libraries. *Journal of the Australian Library and Information Association*. 2020. Vol. 69. No. 2. P. 130–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/24750158.2020.1729515>.

135. Nielsen K. F. Micotoxin production by indoor mold. *Fungal Gen. and Biol.* 2003. Vol. 39. P. 103–117.

136. Notre-Dame de Paris au fil des siècles – Reconstitution 3D. Art Graphique & Patrimoine. April 14, 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pR0n6K4O8ig>.

137. Overhead Scanner OS C. Allround Overhead Scanner. Official website of Zeutschel. URL: <https://www.zeutschel.de/en/produkte/os-c-scanner/>.

138. Oxford's collection in a new light: 135 million items and counting. Official University of Oxford YouTube Chanel. April 21, 2022. URL: https://www.youtube.com/watch?v=KRFOcC4_utE.

139. Pinheiro A. C., Sequeira S. Mycological studies in cultural heritage. *Encyclopedia of Mycology*. 2021. No. 2. P. 27–39.

140. Pinzari F., Pasquariello G., DeMico A. Biodeterioration of Paper: A SEM Study of Fungal Spoilage Reproduced Under Controlled Conditions. *Macromol. Symp.* 2006. Vol. 238. P. 57–66.

141. Pro with breakthrough LiDAR Scanner and brings trackpad support to iPadOS. Press release, March 18, 2020. Apple Inc. URL: <https://www.apple.com/newsroom/2020/03/apple-unveils-new-ipad-pro-with-lidar-scanner-and-trackpad-support-in-ipados/>.

142. Procureur S., Morishima K., Kuno M. et al. Precise characterization of a corridor-shaped structure in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons. *Nature Commun.* 2023. Vol. 14. No. 1. Article number: 1144. 15 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36351-0>.

143. Reina P. Digital Tools Join Traditional Methods for Notre Dame Rebuild. BNP Media. *Engineering News-Record*. April 25, 2021. URL: <https://www.enr.com/articles/51650-digital-tools-join-traditional-methods-for-notre-dame-rebuild>.

144. Restoring Notre-Dame de Paris for future generations with BIM-driven renovation. Official weportal of the Autodesk Inc. URL: <https://www.autodesk.com/design-make/articles/bim-renovation-agp>.

145. Rettung für antike Manuskripte. Fraunhofer IPK. URL: <https://www.ipk.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/referenzen/rettung-fuer-antike-manuskripte.html>.

146. Riding the robots – Inside the British Library. Official YouTube chanel of the British Library. January 28, 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AY6B0wNisUY>.

147. robolink articulated arm robot. igus. URL: <https://www.igus.eu/robolink/robot-arms>.

148. Robotic scanning of books. RBTX by igus. URL: <https://rbtx.com/en-US/solutions/sma-electronic-document-robotic-book-scanner-3dof-robot-arm-suction-tool>.

149. Rosa H., Strzelczyk A. B., Jutrzenka-Supryn D., Perkowski J. Zastosowanie techniki radiacyjnej do masowej dezynfekcji zbiorów bibliotecznych I archiwaliów. *Notes konserwatorski. Chrońmy oryginały*. Warszawa: Biblioteka Narodowa, 2000. Vol. 4. P. 86–105.

150. Rutledge E. How To Choose the Right 3D Printing File Format. Official website of the Additive-X Ltd. December 20, 2022. URL: <https://additive-x.com/blog/how-to-choose-the-right-3d-printing-file-format>.

151. Sawires A. Writing with a 3D Printer! @AntounSawires YouTube Chanel (USA). February 9, 2023. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BG6ltLwgPHQ>.

152. Scanner «BookDrive DIY» which can scan books for 1000 pages in one hour. Gigazine. May 30, 2006. URL: https://gigazine.net/gsc_news/en/20060530_bookdrive_diy/.

153. ScanRobot 2.0 MDS. Automatic book scanner. Official website of the TREVENTUS Mechatronics GmbH. URL: <https://www.treventus.com/scanner/automatic-book-scanner>.

154. Scholz H., Ciocoiu A. Content & Metadata Tiers. Europeana Knowledge Base. January 13, 2022. URL: <https://europeana.atlassian.net/wiki/spaces/EF/pages/2059829253/Content+Metadata+Tiers>.

155. Selene Photometric Stereo System. Official webportal of the Factum Foundation. URL: <https://factumfoundation.org/technology/2-5d-digitisation/selene-photometric-stereo-system/>.

156. Shevchenko V. M., Guts N. A. Biocidity of paper and basalt fiber. *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. 2019. Vol. 10. No. 1. P. 94–99. DOI: <https://doi.org/10.15407/hftp10.01.094>.

157. Shorter C. Yorkshire, robots and freezers: 10 things you might not know about the British Library. Official website of the Department for Digital, Culture, Media & Sport UK. Libraries Team. March 4, 2020. URL: <https://dcmslibraries.blog.gov.uk/2020/03/04/yorkshire-robots-and-freezers-10-things-you-might-not-know-about-the-british-library/>.

158. Singhose W. E., Seering W. P., Singer N. The Effect of Input Shaping on Coordinate Measuring Machine Repeatability. In 9th World Congress on the *Theory of Machines and Mechanisms*. Milan, Italy, 1995. 6 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/2584285_The_Effect_of_Input_Shaping_on_Coordinate_Measuring_Machine_Repeatability.

159. SMA Roboscan – Automatic Book Scanner: Video. YouTube channel of the Genus Archive Digitise. URL: https://www.youtube.com/watch?v=wIqV7ZB_JPE.

160. Su I. Shanghai Welcomes AI-Powered ‘Smart Libraries’. *RADII*. August 9, 2023. URL: <https://radii.co/article/shanghai-smart-libraries>.

161. Tannhof A. The Stasi puzzle. *Deutsche Welle*. August 8, 2013. URL: <https://www.dw.com/en/the-stasi-puzzle-with-600-million-pieces/a-17039143>.

162. Tara R. For God and for France – Rebuilding Notre Dame. *WTHW Media, LLC*. May 3, 2023. URL: <https://www.engineering.com/for-god-and-for-france-rebuilding-notre-dame/>.

163. Teixeira F. S. et al. Disinfection of ancient paper contaminated with fungi using supercritical carbon dioxide. *Journal of Cultural Heritage*. 2018. Vol. 30. P. 110–116.

164. Terugg D. Presto – PrestoSpace – PrestoPRIME. *International Preservation News*. 2009. No. 47. P. 8–12. URL: https://prestoprime.org/docs/training/Preservation_Audiovisual_Collections_Moving_Images_DT.pdf.

165. The «V» System Gets a Major Upgrade. Official website of ATIZ. URL: <https://mark2.atiz.com>.

166. The Memory of the World in the Digital Age: Digitization and Preservation, 26 to 28 September 2012, Vancouver, British Columbia, Canada. P. 1. Point 2. [Пам'ять світу в епоху цифрових технологій: оцифровка та збереження : декларація від 26–28 верес. 2012 р., Ванкувер, Британська Колумбія, Канада. С. 1. П. 2]. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385248.locale=en>.

167. The Selene System at the Princeton University Library. Official webportal of the Factum Foundation. 2023. URL: <https://factumfoundation.org/our-projects/digitisation/the-selene-circle/the-selene-system-at-the-princeton-university-library/>.

168. This Man Saved Notre Dame Cathedral Without Knowing It. YouTube chanel of the DW Shift. Apr 8, 2022. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=2CBNPKSNTbc>.

169. Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation. International Atomic Energy Agency Radiation technology series No. 6. Vienna, 2017. 260 p. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/16-17821_PUB1747_web.pdf.

170. Valdés O., Borrego S. F., Martínez K., Ortiz Y. Biocidal activity of two plants harvested in Cuba against isolated fungi from the archive repositories environments. *Ciencias de la Informacion*. 2016. Vol. 47. P. 37–42. URL: <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciasdelainformacion/2016/vol47/no3/5.pdf>.

171. Virtual Reconstruction of Ripped Stasi Files. Oficial Fraunhofer IPK YouTube Chanel. October 9, 2013. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FQdKfIH-iXg>.

172. V-Kit. Digitize books gently. Official website of Zeutschel. URL: <https://www.zeutschel.de/en/produkte/v-kit/>.

173. Watanabe Y., Tamei M., Yamada M., Ishikawa M. Automatic Page Turner Machine for High-speed Book Digitization. IEEE/RSJ International Conference on *Intelligent Robots and Systems, IROS 2013*.

Tokyo, Japan, November 3–7, 2013. P. 272–279. DOI: <http://dx.doi.org/10.7210/jrsj.31.712>.

174. What Autodesk 3D software is good for 3D printing? Official webportal of the Autodesk Inc. October 8, 2023. URL: <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/What-Autodesk-3D-software-is-good-for-3D-printing.html>.

175. Zacharias D. What is Multi Jet Modeling? Official website of the Igus GmbH. June 30, 2019. URL: <https://blog.igus.eu/knowledge-base/what-is-multi-jet-modeling/>.

176. Zaczek-Peplinska J., Kowalska M. E. Evaluation of the LiDAR in the Apple iPhone 13 Pro for use in Inventory Works. In: FIG Congress 2022. *Volunteering for the future – Geospatial excellence for a better living*. Warsaw, Poland, September 11–15, 2022. 19 p. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2022/papers/ts03g/TS03G_zaczek-peplinska_kowalska_11458.pdf.

177. 图书馆黑科技»组团上岗», 还书效率提升10倍. 中国AGV网 [Технології, впроваджені в бібліотеці, прискорили повернення книг у 10 разів. Китайська мережа AGV]. July 9, 2020. URL: <https://m.chinaagv.com/news/detail/202007/14087.html>.

178. 张宸豪 戚益凡 陈世达 高梓钦 谭清. 机器人制作开源方案 | 智能图书搬运机器人. 华北科技学院 [Ченьхао Ч., Іфань Ц., Шида Ч. та ін. Рішення з відкритим кодом для виробництва роботів. Інтелектуальний робот для обробки книг. Північно-Китайський інститут науки і технологій]. *Robotway*. November 24, 2023. URL: <https://www.robotway.com/h-col-289.html>.

179. 浙江台州: e读空间图书馆 机械臂上岗. 人民网股份有限公司版 [Чжецзян Тайчжоу: Роботизована рука космічної бібліотеки для електронного читання в дії. People's Daily Online Co., Ltd.]. April 11, 2023. URL: <http://vip.people.com.cn/albumsDetail?aid=1657683&pid=11970723>.

Наукове видання

**БАЗОВІ СКЛАДОВІ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОСО-
БЛИВО ЦІННИХ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ, ЩО
СТАНОВЛЯТЬ КУЛЬТУРНЕ НАДБАННЯ УКРАЇНИ**

Монографія

Т. І. Власюк, Л. П. Затока, Ю. С. Ковтанюк, Т. В. Крікова,
Л. М. Куява, Я. І. Савчук, Л. А. Сорокіна

Відповідальний редактор
Ю. С. Ковтанюк

Рецензенти:
Р. І. Черьопкіна, Т. І. Тугай

Комп'ютерне верстання і дизайн обкладинки
Т. М. Клімачьова

Підп. до друку 23.12.2023. Формат 70х100/16.
Обл.-вид. арк. 20,82. Ум. друк. арк. 31,44.
На клад 100 пр. Зам. № 31.

Видавець і виготовлювач
Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського
03039, Київ, Голосіївський просп., 3.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 7871 від 28.06.2023.

Центр збереження та оцифрування
фондів Національної бібліотеки України
імені В.І. Вернадського

https://doi.org/10.15407/r_nbuv.0005085

Власюк Т. І., Затока Л. П., Ковтанюк Ю. С., Крікова Т. В.,
Куява Л. М., Савчук Я. І., Сорокіна Л. А.

БАЗОВІ СКЛАДОВІ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОСОБЛИВО ЦІННИХ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ, ЩО СТАНОВЛЯТЬ КУЛЬТУРНЕ НАДБАННЯ УКРАЇНИ

Монографію присвячено організації системи збереження бібліотечних та архівних фондів, що становлять культурне надбання України в сучасних умовах, завданням класичної консервації та перспективам цифрової трансформації цієї системи задля збереження інформації особливо цінних фондів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. Висвітлено основні складові процесу осучаснення системи збереження особливо цінних бібліотечних документів з традиційними і нетрадиційними носіями: технологічні, матеріалознавчі та біологічні аспекти, а також інтеграцію досягнень новітніх технологій у бібліотечну практику.

Монографія адресована широкому колу бібліотечних спеціалістів, фахівців з питань збереження бібліотечних та архівних документів, а також студентам, аспірантам і викладачам.



ISBN 978-617-14-0169-3 (друк.)
ISBN 978-617-14-0170-9 (електрон.)