

Національна академія наук України  
Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського

ПРЕВЕНТИВНІ МЕТОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ  
ДОКУМЕНТІВ НАУКОВИХ БІБЛІОТЕК  
У НЕСПРИЯТЛИВИХ  
ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

монографія

Київ – 2020

УДК 027.021:001.32(477)НАНУ]:025.7/.9:001.895:502/504

**Авторський колектив:**

*Любов Петрівна Затока, Людмила Михайлівна Куява,  
Таміла Вальтерівна Крікова, Катерина Вілентіївна Лобузїна,  
Людмила Вікторівна Муха, Аліна Анатоліївна Остапенко,  
Ярослав Ігорович Савчук*

**Рецензенти:**

*Р. І. Черьопкіна, кандидат технічних наук, доцент  
Т. І. Тугай, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник*

**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. Лобузїна,  
Л. В. Муха, А. А. Остапенко, Я. І. Савчук, НАН України, Національна  
бібліотека України імені В. І. Вернадського. Київ, 2020. 124 с.

Монографію присвячено впровадженню превентивних методів збереження документів у діяльність наукових бібліотек. Розглянуто можливі зовнішні та внутрішні чинники впливу сучасних екологічних умов на стан фондів НБУВ та бібліотек науково-дослідних установ НАН України. Висвітлено основні складові організації процесу впровадження превентивних методів у бібліотеці: матеріалознавчі, технологічні та екологічні аспекти, а також інтеграцію досягнень інноваційних технологій.

Монографія адресована широкому колу бібліотечних спеціалістів, фахівців з питань консервації бібліотечних та архівних документів.

*Затверджено до друку Вченою радою  
Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського  
(протокол № 8 від 08 грудня 2020)*

*Відповідальний редактор  
Л. В. Муха, кандидат історичних наук*

ISBN 978-966-02-9469-1 (друк.)  
ISBN 978-966-02-9469-7 (електрон.)

© Л. П. Затока, Л. М. Куява, Т. В. Крікова, К. В. Лобузїна, Л. В. Муха та ін., 2020  
© Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, 2020

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. ЗБЕРІГАННЯ ДОКУМЕНТІВ У РАМКАХ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ФОНДІВ: ОБСТЕЖЕННЯ, РЕКОМЕНДАЦІЇ, КОНТРОЛЬ</b> .....	9
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ПРЕВЕНТИВНИХ ЗАХОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОКУМЕНТІВ НАУКОВИХ БІБЛІОТЕК У НЕСПРИЯТЛИВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ</b> .....	11
2.1. Обстеження матеріальної основи документів.....	11
<b>РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ СКЛАДОВИХ ДОКУМЕНТІВ ПЕРЕД РЕСТАВРАЦІЄЮ</b> .....	24
3.1. Дослідження реставраційних та витратних матеріалів.....	33
3.2. Технологічні аспекти відновлення оправ .....	39
<b>РОЗДІЛ 4. БІОЛОГІЧНА СКЛАДОВА</b> .....	46
4.1. Мікологічний контроль сховищ та документів .....	47
4.2. Активність антифунгальних препаратів щодо мікроміцетів-контамінантів бібліотечних приміщень .....	56
4.3. Основні характеристики та способи профілактики розповсюдження ентомофауни у бібліотечних приміщеннях .....	59
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА</b> .....	77
5.1. Кліматологічна домінанта .....	77
5.2. Контроль складових у повітрі сховищ .....	84

<b>РОЗДІЛ 6. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ</b>	
<b>ЗБЕРЕЖЕННЯ ФОНДІВ.....</b>	<b>90</b>
6.1. Створення цифрових копій як стратегія збереження документів .....	92
6.2. Спеціальні матеріалознавчі дослідження процесів штучного старіння паперу .....	102
6.3. Створення оптимального повітряного середовища у бібліотечних приміщеннях.....	111
<b>ПІСЛЯМОВА .....</b>	<b>114</b>
<b>ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ .....</b>	<b>116</b>



## ПЕРЕДМОВА

Забезпечення збереження фондів, насамперед цінних та рідкісних, у діяльності бібліотек – це складний і багатогранний процес, що об'єднує багато технологічних операцій, в яких задіяні всі співробітники установи: науковці, бібліотекарі, працівники технічних служб. Однак вирішальне слово в аналізі та оцінці фактичного фізичного стану документів, а також в плануванні і виконанні необхідних відновлювальних чи стабілізаційних заходів належить фахівцям з питань збереження фондів – консерваторам, реставраторам, палітурникам, дезінфекторам тощо.

У монографії, що охоплює різнопланові завдання з розробки та впровадження окремих превентивних методів збереження документів наукових бібліотек, акцент поставлено на неухильне виконання цих завдань саме у несприятливих екологічних умовах. Під несприятливими екологічними умовами нами розглядається увесь комплекс різнопланових чинників, що прямо чи опосередковано погіршують фактичний фізичний стан бібліотечних документів. Ці чинники умовно можна розглядати як зовнішні, так і внутрішні фактори негативного впливу. Серед негативних чинників впливу на стан фондів можна виокремити цілу низку таких зовнішніх факторів, як техногенні аварії на виробництвах, що розташовані поряд з бібліотечною установою; терористичні акти, стихійні лиха, екстремальні ситуації, які пов'язані з громадськими подіями; а також значне погіршення складу повітря навколишнього середовища внаслідок збільшення забруднюючих речовин через вплив найближчих виробничих підприємств та зростання кількості автомобільного транспорту у великих містах. Відповідно до внутрішніх негативних чинників впливу на фонди належать цілісність будівель; аварії з тих чи інших причин у самих бібліотечних приміщеннях; різноманітні біологічні фактори – мікробіологічні та ентомологічні; недотримання та порушення нормативних режимів зберігання документів.

Неймовірно багатий за своїм змістом і вкрай великий у своєму кількісному складі фонд Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського має низку особливостей для забезпечення його збереження. Вирішення завдань його збереження, як ми вважаємо, стане надзвичайно корисним досвідом і для інших профільних установ України.

Розв'язання проблеми захисту та збереження цінних документів НБУВ та бібліотек науково-дослідних установ НАН України реалізується шляхом розвитку окремих взаємозалежних напрямів. Це оновлення та підтримання основних положень діючої в НБУВ системи збереження фондів; матеріалознавча складова у науково-прикладних дослідженнях, включаючи різнопланові експерименти; мікробіологічний (профілактика біопшкоджень та застосування екологічно безпечних біоцидних препаратів) та хіміко-технологічний напрями (мінімізація можливого негативного впливу навколишнього середовища на матеріальну основу документів). В рамках науково-дослідної роботи «Превентивні методи збереження документів наукових бібліотек як стратегія ефективної екологічної та техногенної безпеки фондів», яка розроблялася у НБУВ (2018–2020), завдання безпосередньо стосувалися впровадження профілактичних заходів для стабілізації матеріальної основи документів наукових бібліотек шляхом контролю кількісних показників забруднюючих речовин (пил, сірчистий ангідрид, діоксид азоту та хлор), а також визначення мікробіологічної складової повітря, що безпосередньо впливають на зміни стану фондів під час тривалого зберігання та використання. Головною метою науково-дослідної роботи було уповільнення процесів старіння матеріальної основи рукописних, цінних та рідкісних документів.

Основною запорукою уповільнення процесу старіння як паперових, так і електронних носіїв інформації є модернізація системи збереження документів в умовах сучасних бібліотек. Оптимізація умов внутрішнього середовища приміщень НБУВ та бібліотек науково-дослідних установ НАН України є головною та необхідною складовою превентивної консервації в рамках оновленої системи збереження фондів. Отже, превентивні заходи розглядаються як основна умова для забезпечення довговічності матеріалів, що застосовані як матеріальна основа бібліотечних документів. За законами матеріалознавства довговічність будь-якого матеріалу, зокрема й паперу, картону чи пергаменту, зумовлюється сталістю їх вихідних фізико-хімічних властивостей. Найголовніше – те, що внаслідок зменшення молекулярного числа целюлози з часом процес старіння виготовленого з рослинних полімерів паперу є незворотним і супроводжується змінами як хімічного складу, так і зменшенням його механічної міцності. Ці зміни зумовлені композиційним складом паперу та тими витратними матеріалами і речовинами для проклеювання, наповнення, підфар-

бовування тощо, на які в бібліотеках уже немає можливості вплинути, адже вони закладені під час виготовлення паперу. Завдання зберігачів фондів полягає в тому, щоб створити та підтримувати у сховищах такі умови зберігання документів, за яких протікання процесу старіння паперу не прискорюється. Отже, температура та відносна вологість повітря, екологія навколишнього середовища, ступінь дії світлових променів, мікробіологічна складова мають бути такими, щоб сприяти опору старінню паперу документів.

Для запровадження превентивних заходів з метою забезпечення збереження фондів матеріалознавча складова у діяльності бібліотек набуває неабиякого значення. Проте матеріалознавчий напрям досліджень містить цілий комплекс робіт, пов'язаних з детальним фіксуванням та аналізом фактичного фізичного стану матеріальної основи документів, проведенням передреставраційних досліджень та вхідним контролем витратних і реставраційних матеріалів. Щодо визначення фактичного фізичного стану матеріальної основи документів, то це також певний конгломерат із конкретних та необхідних позицій. Він містить неруйнівні інструментальні дослідження паперу – його кислотність, ступінь пожовтіння як один із головних показників глибини та інтенсивності процесів старіння, вологість, структурні показники тощо; деталізацію стану складових оправи – цілісність корінця, палітурних кришок, форзацу, характеристику міцності з'єднання оправи та блоку; фіксування наявності чи відсутності ентомологічного та мікологічного пошкодження. Окрім викладеного комплекс передреставраційних досліджень містить визначення інших показників, наприклад, текучості чорнил, товщини та пухлості паперу тощо.

Не менш важливою складовою превентивних методів збереження документів наукових бібліотек у несприятливих екологічних умовах є гарантування біологічної безпеки в усіх її різновидах – регулярний мікологічний та ентомологічний моніторинг приміщень і фондів; пошук, дослідження, впровадження нових фунгіцидів для дезінфекції та речовин для дезінсекції; обов'язковий контроль якості цих стабілізаційних операцій та стану документів після оброблення.

Найбільш проблемною серед превентивних методів для реалізації у бібліотеках є екологічна складова через відсутність у штаті бібліотек необхідних фахівців та відповідного обладнання. Однак окремі заходи з цього напрямку роботи є не просто доцільними, а необхідними.

Вирішення завдання зменшення негативного впливу екології на збереження бібліотечних фондів у світовій бібліотечній практиці реалізується різними шляхами: використанням сучасних систем кондиціонування та очищення повітря, нейтралізацією паперу документів, знезараженням приміщень на основі синергізму бактерицидних ефектів фізичних і хімічних факторів, аероіонізацією повітря тощо. Ця діяльність забезпечується ефективним поєднанням традиційних форм роботи у цьому напрямі з упровадженням інноваційних технологій та сучасного обладнання.

Впровадження інноваційних технологій значно оптимізує усі напрями бібліотечної діяльності. У галузі консервації фондів – це застосування різних видів копіювання (сканування, оцифрування) та сучасних електронних баз даних; впровадження фазового зберігання для документів з ослабленою матеріальною основою; пошук та адаптація нових технологій, способів, обладнання для мінімізації негативного впливу навколишнього середовища.

У цьому виданні автори намагалися детально охарактеризувати матеріалознавчі процеси, що відбуваються у структурі паперу – матеріальної основи переважної більшості бібліотечних документів – та розглянули окремі складові превентивної консервації. У монографії запровадження превентивних методів розглянуто як процес, що охоплює усі існуючі на сьогодні напрями, способи та підходи, які є необхідними для забезпечення збереження оригіналів найбільш цінних фондів, що зберігаються у бібліотеках, сталості їх матеріальної основи для гарантування довговічності самих документів.

## РОЗДІЛ 1

# **ЗБЕРІГАННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ДОКУМЕНТІВ У РАМКАХ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ФОНДІВ: ОБСТЕЖЕННЯ, РЕКОМЕНДАЦІЇ, КОНТРОЛЬ**

Загалом система трактується як безліч елементів, що перебувають у певних взаємозв'язках, а вже ці взаємозв'язки формують визначену цілісність. Ефективність системи збереження рукописних та друківаних документів у бібліотеці визначається сукупністю усіх заходів, що реалізуються для створення оптимальних умов для їх формування, зберігання та використання, а підтримання нормативних вимог до режимів зберігання безперечно залишається основним і найбільш дієвим елементом у цій системі.

Особливістю сучасної системи збереження фондів є:

– по-перше, розроблення та впровадження таких превентивних заходів, що базуються на результатах скоординованих напрямів різних наукових досліджень. Наприклад, забезпечення довготривалого зберігання бібліотечних фондів досягається використанням інновацій матеріалознавства та мікробіологічної галузі, а забезпечення нормативних режимів ґрунтується на основі застосування кліматології та автоматизації процесів. Зазвичай підтримання нормативного температурно-вологісного режиму зберігання у сховищах забезпечується припливно-витягувальною вентиляцією, кондиціонуванням повітря тощо. Важливо, що пріоритетного напрямку набувають ті рішення в бібліотеці, які спрямовані одночасно і на забезпечення збереження документів на різних матеріальних носіях, і на раціональну організацію процесу довготермінового їх зберігання;

– по-друге, вирішення поставлених завдань забезпечення збереження документів у рамках сучасної системи збереження фондів суттєво доповнилось новими напрямками як щодо традиційних, так і новітніх носіїв інформації. Це може реалізуватися шляхом перегляду та конкретизації загальних завдань консервації документів стосовно кожного структурного підрозділу чи кожної окремої бібліотеки, розроблення та впровадження у цих підрозділах, установах в цілому нових нетрадиційних підходів до збереження фондів.

Щодо прогнозу сталості фактичного фізичного стану документів та можливого терміну їх використання на майбутнє стосовно біологічного фактора, то виконанням систематичного комплексного контролю параметрів внутрішнього середовища, насамперед відносної вологості повітря й температури та здійсненням періодичного біологічного контролю приміщень і об'єктів зберігання унеможливаються умови для біологічного пошкодження фондів.

Важливо, що сучасний підхід до проблеми збереження фондів, який базується на Integrated Pest Management (IPM) – стратегії гарантування довготермінового зберігання колекцій, архівних, бібліотечних і музейних фондів, – актуалізується сьогодні завдяки різноманітним превентивним заходам.

У підсумку слід зазначити, що модель сучасної системи збереження фондів трактується нами як трикомпонентна структура, у якій ці три компоненти – обстеження, рекомендації, контроль – залежать, доповнюють та впливають одна на одну. Отже, диференціація завдань для впровадження сучасної системи збереження фондів у наукових бібліотеках передбачає насамперед ретельність і детальність органолептичних, інструментальних обстежень документа чи масиву документів, адресність та конкретність розроблених за результатами обстежень рекомендацій, а також своєчасність контролю за виконанням усіх необхідних різновидів превентивної консервації.

## РОЗДІЛ 2

# **МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ПРЕВЕНТИВНИХ ЗАХОДІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОКУМЕНТІВ НАУКОВИХ БІБЛІОТЕК У НЕСПРИЯТЛИВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ**

Збереженість фондів – це характеристика їх фактичного фізичного стану, що відображає ступінь утримання експлуатаційних властивостей документів. Для забезпечення збереження документів запроваджуються превентивні заходи, в основу яких покладено положення чинних стандартів та спеціальних методичних рекомендацій. Стабілізаційні операції, що виконуються в рамках превентивних заходів, реалізуються після визначення глибини та інтенсивності процесу старіння паперу документів. Для встановлення конкретних характеристик цього процесу зазвичай застосовуються різноманітні матеріалознавчі методи.

### **2.1. Обстеження матеріальної основи документів**

Для відновлення ослабленої матеріальної основи документів на папері виконуються класична реставрація аркушів книжкового блоку, реставрація оправи або відновлення корінця; застосовуються консерваційні способи оброблення деяких екземплярів документів (пом'якшення шкіряного чи пергаментного матеріалу оправи, нейтралізація паперу книжкових блоків) та інші профілактичні заходи. Для розробки окремих стадій і операцій цих превентивних заходів у рамках науково-дослідної роботи (НДР) здебільшого реалізуються *комплексні науково-прикладні обстеження* фондів, невід'ємною складовою яких є матеріалознавчі дослідження документів.

У рамках обстежень окремих документів чи зібрань реалізуються такі напрями: вивчення загальних для всієї колекції умов зберігання (параметрів температурно-вологісного, світлового режимів) та проведення мікробіологічного контролю повітря бібліотечних приміщень, а також матеріалознавчі дослідження структурних і хіміко-технологічних характеристик матеріальної основи документів переважно на папері. Щодо рукописів, колекційних зібрань, стародруків та інших раритетів ці обстеження виконуються зазвичай для кожної одиниці зберігання. Великі масиви доку-

ментів обстежуються як поодиночно, так і вибірково, тоді результати вибірки поширюються на весь фонд. Для достовірності результатів вибірки бажано обстежувати не менше ніж кожну п'яту одиницю зберігання.

Науковцями відділу наукових технологій збереження фондів НБУВ розроблена така послідовність обстеження документів: визначення вологості паперового носія й елементів оправ контактним способом; фіксування наявності твердої видавничої оправ та її цілісності, а також стану корінців; фіксування виду та ступеня пошкодження (механічного, мікологічного чи ентомологічного) паперу книжкового блоку та елементів оправ; визначення рН поверхні паперу контактним тестером, встановлення виду матеріалів, що застосовані для виготовлення оправ; фіксування наявності індивідуальних засобів зберігання (ІЗЗ) та документів, що їх потребують; фіксування наявності документів з нетрадиційним форматом (документи малого формату (висотою менше 9 см), документи середнього формату (приблизно 35 x 50 см), великоформатні документи (від 40 x 60 см до 50 x 70 см) та документи у формі блокноту).

Виконані раніше обстеження показали, що під час зберігання на одній бібліотечній полиці поряд перебувають документи різних форматів. У такому випадку неформатні документи зазнають додаткових механічних навантажень. Якщо великоформатний документ виступає за межі полиці чи документ малого формату занадто стиснений іншими документами, то спостерігається ослаблення конструкції цих документів. Тому під час виконання науково-прикладних обстежень фондів доцільно фіксувати формати документів з метою констатації їх фактичного фізичного стану та реалізації, за необхідності, – профілактичних заходів. Адже для планування профілактичних консерваційних заходів, тобто виконання в їх рамках стабілізаційних операцій, насамперед необхідно зафіксувати ті документи, що потребують цих заходів першочергово. Це документи з глибоким інтенсивним старінням паперу книжкового чи рукописного блоку та занадто ослабленою матеріальною основою, тобто документи з ознаками деструкції (від лат. *Destruction* – руйнування) паперу блоку.

Деструкція целюлозних волокон паперу виникає внаслідок зменшення довжини ланцюгоподібних молекул целюлози та розривання ланцюжків через хімічний та тепловий вплив на целюлозу. Цей процес супроводжується змінами структури та зниженням молекулярної ваги целюлози, що відповідно призводить до суттєвого зменшення фізико-хімічних та ме-



ханічних показників паперу. В кінцевому результаті таке погіршення структурних, фізико-хімічних та механічних показників паперу призводить до його повної руйнації і втрати експлуатаційних властивостей усього документа в цілому. Зовнішньо цей процес проявляється в інтенсивному потемнінні паперу, підвищенні його крихкості та ламкості, незворотному погіршенні якості. Слід підкреслити, що деструкція частіше фіксується фрагментарно на частині аркуша, найчастіше по периметру аркуша внаслідок техногенного навантаження через ненормативні умови під час попереднього довготривалого зберігання, наприклад, під впливом надмірного зволоження чи ознак термічного впливу. Документи, у папері книжкових блоків котрих виявлено деструкцію, підлягають першочерговому відновленню, адже існує реальна загроза втрати зафіксованої інформації через критичне погіршення експлуатаційних властивостей документів.

Наступна категорія документів, що потребують здійснення превентивних заходів – це документи, що зазнали одночасного впливу механічного (розриви, тріщини, заломы, отвори тощо) та біологічного факторів (ураження мікроскопічними грибами чи комахами). Оскільки здебільшого немає можливості встановити умови зберігання тих чи інших документів до часу потрапляння їх на книжкову полицю бібліотеки, то можна припустити, що механічні пошкодження виникли внаслідок інтенсивного використання, необережного поводження з ними під час копіювання та переміщення фондів. Розглядаючи матеріалознавчі аспекти результатів обстеження документів, слід розділити фіксування механічних пошкоджень книжкового блоку і пошкоджень оправи. За результатами багаторазових обстежень фондів встановлено, що насамперед пошкоджуються елементи документів, що сприймають більше навантаження та характеризуються меншою механічною міцністю: елементи оправи (в першу чергу корінець), а також перші зшитки книжкового блоку. Серед найбільш поширених механічних пошкоджень слід назвати також відрив палітурної кришки від книжкового блоку; руйнування оправи за місцем згину біля корінця, аж до відривання корінця оправи; пошкодження або відривання верхнього корінця книжкового блоку; пошкодження покривного матеріалу оправ на куточках та обрізах палітурних кришок; послаблення чи розривання ниток шиття; тріщини корінця книжкового блоку на межі суміжних зшитків; руйнування блоку безшовного скріплення; відривання аркушів у корінці блоку; розривання паперу по лінії шиття книжкового блоку; розриви та тріщини

паперу; зім'ятості та потертості аркушів паперу перших зшитків; отвори в аркушах паперу та інші часткові втрати аркушів; закручування та пошкодження аркушів паперу на куточках книжкового блоку. За умови інтенсивного використання навіть незначні механічні пошкодження документів далі зростають і можуть призвести до більш масштабних механічних пошкоджень їх ослабленої матеріальної основи.

За неможливості органолептичними та інструментальними способами встановити глибину процесу старіння паперу безпосередньо самих документів, удосконалення умов зберігання документів з ослабленою матеріальною основою ґрунтується на результатах експериментальних досліджень штучного старіння паперу на модельних зразках.

#### *Волокнисті матеріали та їх вплив на старіння паперу документів*

Хімічний склад волокнистого матеріалу відіграє важливу роль у зміні властивостей паперу під час його природного старіння. Цей факт необхідно враховувати під час розробки композиційного складу тих видів паперу, що використовуються як матеріальна основа бібліотечних документів. Адже за умови надходження до бібліотеки обов'язкового примірника як матеріальна основа мають бути використані довговічні види паперу. Більшість дослідників пояснюють знижену довговічність целюлозних матеріалів і схильність до пожовтіння паперу наслідком наявності в них негідроксильних функціональних груп. У процесі старіння зменшується ступінь полімеризації целюлози, підвищується вміст низькомолекулярних фракцій з карбоксильними і карбонільними функціональними групами. Зниження вмісту низькомолекулярних фракцій у різних видах целюлози, що є частиною композиції паперу, певною мірою позитивно впливає на збереження рукописних та друкованих документів.

Морфологічна та надмолекулярна структура целюлози різного походження також впливає на процес старіння паперу. Папір, виготовлений із целюлози з високим вмістом  $\alpha$ -целюлози, є більш довговічним. Як підтверджено дослідженнями, в процесі штучного тепло-вологісного старіння целюлози відбувається поступове зменшення вмісту  $\alpha$ -целюлози і збільшення сумарного вмісту  $\beta$ - і  $\gamma$ -целюлози. Для сульфатної біленої целюлози цей процес відбувається швидше, ніж для сульфатної.

За стійкістю до штучного старіння, з урахуванням змін хімічних показників та показників механічної міцності, види целюлози можна розташувати

ти у такій послідовності: бавовняна - лляна - сульфатна - сульфатна. З показників механічної міцності найбільш швидко знижується опір паперу на злам. Сульфатна целюлоза вважається малопродатним напівфабрикатом для виготовлення довговічних видів паперу через її кислотний характер, низьку термостійкість і велику кількість тріщин на поверхні волокон. Високі показники термостійкості і довговічності має сульфатна хвойна целюлоза. Її довговічність у багато разів перевищує довговічність сульфатної целюлози із листяних порід деревини.

Показники механічної міцності паперу і його довговічність значною мірою залежать також від схем і режимів відбілювання волокнистих напівфабрикатів. Відбілювання бавовняної напівцелюлози діоксидом хлору у порівнянні з відбілюванням гіпохлоридом натрію є більш «м'яким». Це позитивно впливає на фізико-механічні властивості паперу і його довговічність. Сульфатна целюлоза, вибілена з використанням діоксиду хлору, під час штучного старіння також відрізняється підвищеною стабільністю білизни. Процес пожовтіння як одна із ознак природного старіння паперу є складним процесом, і не виключено, що крім функціональних карбоксильних і карбонільних груп целюлози на нього впливають інші компоненти. Геміцелюлози сприяють утворенню низькомолекулярних сполук – олігосахаридів і моносахаридів. Останні під впливом пектинових речовин перетворюються в гумінові продукти коричневого кольору, тобто відбувається побуріння паперу, що проявляється як зовнішня ознака його старіння.

Завдяки особливим властивостям деревної маси вона сприятливо впливає на комплекс друковано-технологічних характеристик, тож у певному сенсі вона є унікальним компонентом паперу для друку.

Донедавна вважалося, що деревна маса в композиції паперу скорочує термін служби і прискорює природне старіння паперу. Однак удосконалення процесу отримання деревної маси дозволило принципово змінити її властивості, асортимент та галузь застосування. На сьогодні виробляються різні види деревної маси: термомеханічна (ТММ), хіміко-термомеханічна (ХТММ), хіміко-механічна (ХММ), дефібрерна маса тиску (ДМД) тощо. Літературні дані свідчать, що ТММ за всіма показниками механічної міцності значно перевершує дефібрерну і рафінерну маси. У 70-х роках минулого століття деревну масу почали широко застосовувати у виробництві книжково-журнального паперу, а дещо пізніше також в композиції різних марок високоякісного паперу для друку. Сучасний папір із вмістом до 20%

біленої деревної маси за своїми споживчими характеристиками не поступається паперу зі 100% целюлози і класифікується як суто целюлозний (wood free paper), що стало можливим завдяки появі високоякісної хіміко-термомеханічної маси. Принциповою відмінністю волокон деревної маси від целюлозних є присутність в їхньому складі великої кількості лігніну і геміцелюлози. Застосування у виробництві паперу напівфабрикатів з високим вмістом лігніну призводить до його передчасного старіння, що викликає необхідність використання спеціальних інгібіторів, що містять оксиди азоту, гідроксиламін, поліетиленгліколь і поглиначі УФ-променів.

Одним з напрямів поліпшення властивостей паперу з метою його стійкості до старіння є пошук і розроблення модифікованих целюлозних матеріалів, одержаних з рослинної сировини, зокрема це стосується електроізоляційного паперу. Полісульфідний спосіб отримання електроізоляційної целюлози дозволяє через збільшення частки гексозанів поліпшити здатність до розмелювання і знизити тангенс кута діелектричних втрат під час високих температур. Використання для варіння целюлози полісульфідних лугів різних методів приготування дозволяє отримувати напівфабрикати з різним вуглеводним складом для широкого асортименту електроізоляційного паперу.

З метою підвищення стійкості до нагрівання кабельного паперу досліджувалися різні технологічні режими варіння електроізоляційної целюлози: сульфатні варіння з підвищеною сульфідністю варильного лугу, з водним предгідролізом і з додаванням відновлювачів. Результати досліджень показали, що дослідні зразки володіли поліпшеним комплексом хімічних властивостей, стійкістю до термічного старіння, високою розмелювальною здатністю і підвищеною стійкістю до нагрівання. Певним чином результати цих досліджень можна змодельовувати і на інші види паперу, зокрема й ті, що застосовуються для виготовлення друкованих видань, які постійно зберігаються у бібліотеках.

#### *Хімічні та допоміжні речовини і їх вплив на старіння паперу*

Використання хімічних і допоміжних речовин у виробництві паперу на сьогодні стрімко зростає. Однак певні хімічні речовини більш природного походження використовувалися здавна, наприклад, з метою виготовлення ганчір'яного паперу для рукописів та стародруків у давно минулі століття. Сьогоднішні технологічні аспекти пов'язані як із розширенням переліку

традиційних речовин, що використовувалися для проклеювання як фіксу-ючі і в'язучі компоненти, так і з розширенням асортименту хімічних до-поміжних речовин для супроводу основних технологічних процесів – фільтрації, флотації, сорбції, біообростання, седиментації, водовідділення, деаерації, піноутворення тощо. Слід зазначити, що рівень використання хімічних речовин у паперовій промисловості України істотно нижче, ніж у країнах Європи, тож асортимент реагентів, відповідно, вужчий.

Для надання гідрофобності і зміцнення паперу застосовуються два види проклейки: масна і поверхнева. Масна проклейка становить комплекс хімічних, колоїдно-хімічних і фізичних процесів, що протікають в дисперсійному середовищі на поверхні рослинних волокон і часток наповнювача. У минулому столітті для проклеювання у паперову масу додавали клеї на основі каніфолі. Процес проклеювання протікав у кислому середовищі (рН 4,0–5,5). Це і є проблемою для бібліотечних документів, виготовлених з використанням такого паперу, адже для забезпечення його довготермінового зберігання необхідна нейтралізація паперу, що є надскладним завданням в умовах бібліотеки. У 80-х роках ХХ століття почався поступовий перехід від проклеювання каніфольними клеями до проклейки паперу синтетичними реагентами, що володіють реакційною здатністю щодо целюлози. Проклеювання синтетичними клеями на основі алкілкетен димерів (AKD – alkylketene dimmers) або алкенілянтраного ангідриду (ASA – alkenyl succinic anhydride) здійснюється в нейтральному або слаболужному середовищі (рН 6,5–8,5). Виробництво паперу у нейтральному або слаболужному середовищах підвищує механічну міцність паперу і його довговічність.

Оскільки переважна кількість бібліотечних документів виготовлена на папері, проклеєному у кислому середовищі, то на цьому технологічному процесі та його впливі на довговічність фондів слід зупинитись більш детально.

У папері, проклеєному каніфольним клеєм, гідролітичні процеси відбуваються значно активніше, ніж в непроклеєному. Причиною є мінеральна кислота, занесена з сульфатом алюмінію. Кислотність паперу залежить від кількості сірчаноокислого алюмінію, введеного до його складу під час виготовлення. У процесі зберігання бібліотечних документів кислотність паперу, їх матеріальної основи, зростає. Гідролітичні реакції за таких умов можуть автокаталізуватися, що прискорює процес старіння паперу. З трьох видів проклеювання – каніфольного з застосуванням сульфату алюмінію,

каніфольного з використанням алюмінату натрію, з використанням синтетичного клею АКД – тільки останній не прискорює старіння і може бути рекомендований для вироблення довговічного паперу.

У технології виробництва друкарських видів паперу значне місце посідають процеси поверхневого оброблення: поверхнєве проклеювання, поверхнева пігментація, крейдування. Широке застосування поверхневого проклеювання у технології виробництва паперу для друку зумовлено такими причинами:

- у композиції паперу збільшується кількість коротковолокнистої сировини: деревної маси, листяної целюлози, слабкого за показниками механічної міцності і оптичними властивостями вторинного волокна;
- для зменшення пилимості паперу, оскільки за вмісту у папері мінеральних наповнювачів до 35–40 % відбувається підвищення пилимості паперу.

Поверхнєве оброблення дозволяє вирішити низку проблем, що зумовлюється друкарськими властивостями паперу:

- створює оптимальну всмоктувальну здатність стосовно різних рідин: води, чорнил, друкарської фарби, тонера, масла, жирів тощо;
- покращує структурно-механічні властивості паперу;
- знижує пилимість і вищипування паперу під час друкування;
- надає паперу стійкості до деформації у вологому стані.

Поверхнєве проклеювання – це один з найбільш керованих процесів під час виробництва паперу. Залежно від призначення паперу оптимальні властивості можуть бути досягнуті шляхом застосування різних проклеювальних композицій і пристроїв для поверхневого проклеювання. Для поверхневого проклеювання застосовують гідрофільні високомолекулярні речовини, які утворюють на поверхні паперу плівку.

Найпоширенішими видами проклеювальних речовин є крохмалі різних модифікацій, натрієва сіль карбоксиметилцелюлози і полівініловий спирт. Як добавки до розчину для поверхневого проклеювання застосовуються дисперсії синтетичних полімерів: стиролакрилові сополімери, смоли на основі реактивних гідроксилів, водні дисперсії на основі поліуретану тощо. Дисперсії синтетичних полімерів вводять до складу для поверхневого проклеювання в кількості до 10%. Добавки синтетичних полімерів збільшують міцність паперу у вологому стані, підвищують ступінь проклейки, надають еластичність плівці на поверхні паперу.

Сучасна паперова промисловість у своєму розпорядженні має великий вибір мінеральних добавок. Основними пігментами, застосовуваними в паперовій промисловості, є природна крейда (GCC), каолін і тальк. Щодо особливостей їх використання для виготовлення паперу як матеріальної основи бібліотечних документів позитивним аспектом є також те, що стандартом з консервації документів не забороняється використання цих речовин для відновлення фондів. Слід акцентувати, що 43% світового виробництва пігментів зосереджено в Європі, 33% – у Північній Америці, 19% – в Азії. В Європі широко застосовуються суміші тальку з каоліном, наразі тальк все більше витісняє каолін. На рівні з природними наповнювачами використовується ціла низка синтетичних (силікатних і карбонатних). Синтетичні наповнювачі характеризуються високою дисперсністю і чистотою, значною мірою сприяють підвищенню білизни і непрозорості паперу, міцності і компактності паперового аркуша. Для підвищення позитивного впливу наповнювачів на властивості паперу запропоновано різні способи попереднього оброблення (модифікації) різними полімерними складами на основі поліакриламідів і полісахаридів.

Для такого виду як папір для друку важливим показником його якості є білизна. Відповідна білизна паперу не тільки надає йому естетичного вигляду, але і забезпечує отримання чітких контрастів після нанесення друку, що багато в чому визначає споживчу цінність паперу і гарантує довший термін його зберігання у бібліотеках. Оптичні властивості паперу, перш за все білизна і колір, залежать від виду використаних напівфабрикатів, а також від наявності тих чи інших речовин для наповнення. Вартість мінеральних наповнювачів нижча за вартість волокнистих напівфабрикатів, тому, з економічної точки зору, заміна рослинних волокон на наповнювачі доцільна. Так, наприклад, на паперових фабриках Скандинавії витрати на вибілену сульфатну целюлозу для виготовлення паперу для друку зменшені на 30% через застосування в композиції дрібнозернистого карбонату кальцію та інших наповнювачів.

Вельми перспективними, особливо для виготовлення паперу для друку, є природний (GCC) і осаджений (PCC) карбонатні наповнювачі. На частку карбонатних наповнювачів доводиться 49% від загальної кількості наповнювачів, що використовуються паперовою промисловістю світу.

Ці наповнювачі можна використовувати у шарі поверхневого покриття друкарського паперу, оскільки вони забезпечують високу сприйнятливості



паперу до друкарської фарби. Карбонат кальцію надає паперу високий ступінь білизни, непрозорість і світлостійкість, дозволяє отримувати бажаний блиск і достатню гладкість паперу після каландрування. Додавання карбонату кальцію в композицію паперу сприяє поліпшенню його друкарських властивостей: відбитки виходять виразними і фарба не переходить на інший бік паперу, що важливо для читацького попиту на документи на традиційних носіях.

Фізико-механічна міцність паперу з використанням як наповнювача карбонату кальцію або каоліну однакова. Як показали дослідження матеріалознавців, застосування у композиції суперкаландрованих видів паперу осажденного карбонату кальцію замість каоліну збільшує білизну, непрозорість, покращує друковані властивості паперу і скорочує виробничі витрати. Однак це доцільно лише під час проклеювання в нейтральному або слаболужному середовищах. У кислому середовищі карбонат кальцію розкладається з виділенням вуглекислого газу, що призводить до піноутворення, погіршення просвіту паперу і зниження ефективності наповнення. Потрібно зазначити, що папір з наповнювачем значно важче проклеїти, ніж папір без наповнювача. Встановлено, що за інших рівних умов ступінь проклеювання знижується майже прямо пропорційно збільшенню зольності паперу. Це відбувається, головним чином, через збільшення питомої площі поверхні проклейки.

За допомогою електронного мікроскопа і спектрофотометра встановлено, що частинки карбонату кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ) у паперовій масі за рН 8,5–9,5 закріплюються на волокнах целюлози, насамперед під час осадження. Ступінь утримання  $\text{CaCO}_3$  залежить від розмірів і заряду частинок, потужності диспергатора, товщини шару маси, режиму формування і зневоднення полотна. Для поліпшення закріплення частинок наповнювача на поверхні волокон і збільшення ступеня утримання у паперову масу зазвичай вводять різні системи фіксації – добавки катіонного поліакриламід (ПАА), крохмалю та інших катіонних полімерів з групи поліамінів, поліетиленімінів тощо.

Введення наповнювачів у паперову масу знижує міцність і в'язкопружні показники паперу. Частинки наповнювачів тією чи іншою мірою мають абразивні властивості, які особливо позначаються на такому показнику, як опір паперу на злам. Адже рослинні волокна відносно легко перетираються через нерівні краї частинок наповнювача, що знаходяться в порах паперу. Це значно знижує опір паперу на злам.



Папір з наповнювачем після проходження через каландр має більшу гладкість у порівнянні з папером, що не містить у композиції мінерального наповнювача, оскільки частинки наповнювача під час каландрування паперу заповнюють заглиблення на шорсткій поверхні аркуша. Зі зменшенням розміру частинок гладкість паперу зростає, а механічна міцність і непрозорість – зменшуються.

Однак науковцями доведено, що наповнювачі продовжують термін служби паперу, оскільки зменшують швидкість процесу його старіння. За умови додавання крейди в папір з бавовняної целюлози у процесі термічного старіння спостерігалось уповільнення деструкції целюлозних волокон і, як наслідок, повільніша зміна фізико-механічних властивостей паперу. Під час введення каоліну також фіксувалось уповільнення процесу термічного старіння паперу, виготовленого зі сульфітної целюлози. У порівнянні впливу наповнювачів (крейди, каоліну, діоксиду титану) була відзначена найбільш позитивна роль крейди для продовження терміну використання паперу. Слід підкреслити, що науковцями НБУВ саме водний розчин високодисперсної вибіленої крейди рекомендується також для виготовлення нейтралізуючої дисперсії для декислотизації аркушів друкованих видань під час реставрації. Каолін не змінює кислотності проклеєного паперу із бавовняної целюлози і майже не впливає на процес його старіння. Однак каолін і, зокрема, крейда затримують у процесі старіння зростання мідного числа целюлози. Крейда надає паперу незникаючу згодом реакцію (рН 8,4–8,7), тобто надає більшу, ніж інші наповнювачі, стійкість до старіння. Введення діоксиду титану в папір з каніфольним проклеюванням підвищує значення рН на 0,7 одиниць (з 5,1 до 5,8) і збільшує стійкість до термічного старіння. Пружні властивості паперу від введення в нього мінерального наповнювача знижуються і, отже, пластичність його збільшується.

Під час виробництва друкарських видів паперу, які, насамперед, цікавлять бібліотечних фахівців, для утримання під час проклеювання в нейтральному і слаболужному середовищах використовується катіонний модифікований крохмаль у поєднанні з аніонним силіказолем або гліоксалем, хоча не виключено застосування синтетичних розчинних полімерів<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Влияние композиционного состава на свойства книжножурнальной бумаги. *Химия и технология волокнистых полуфабрикатов* / [Г. И. Чижов и др.]. Ленинград : ЛТА, 1984. С. 119–123.

Пошук хімікатів для підвищення утримання і прискорення зневоднення паперового полотна зосереджений на використанні неорганічних колоїдних частинок одночасно з катіонними полімерами<sup>2</sup>. Вони найбільш необхідні для друкарських та писальних видів паперу, для яких швидке зневоднення і рівномірне формування особливо важливі. Такі системи відносно дорогі, проте витрати на них компенсуються поліпшеною якістю і підвищеним виходом паперу<sup>3</sup>.

Оптичні відбілювачі знайшли широке застосування у виробництві друкарських видів паперу. Важливою перевагою оптичних відбілювачів є те, що вони не впливають негативно на основні властивості паперу, адже використовуються в малих кількостях (зазвичай 0,1–0,2% від маси абсолютно сухого волокна), однак надають паперу високого ступеня видимої білизни, що не може забезпечити ні хімічне відбілювання целюлози, ні наповнення. Оптичні відбілювачі вводяться в структуру паперу різними способами: безпосередньо додаються до паперової маси, наносяться на поверхню в клеїльному пресі папероробної машини, наносяться разом з поверхневим шаром під час використання спеціального обладнання з метою крейдування паперу.

Інші хімічні речовини: піногасники, диспергатори, біоциди тощо –також широко використовуються сьогодні у виробництві паперу і можуть впливати на його довговічність<sup>4</sup>.

Проблема підвищення довговічності паперу для друку, який випускається величезними тиражами і не повинен бути економічно затратним, може бути вирішена ретельним складанням науково-обґрунтованої композиції на основі вивчення закономірностей і механізмів старіння паперу з різних видів целюлозних волокон, впливу на процес старіння паперу проклеювальних речовин, наповнювачів, зв'язувальних та інших допоміжних хімічних речовин, а також речовин, що застосовуються для поверхневого оброблення<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> Фролов М. В. *Структурная механика бумаги*. Москва : Лесная промышленность, 1982. 270 с.

<sup>3</sup> Аракелян В. Г. Химия, механизмы и кинетика старения электроизоляционных целлюлозных материалов. *Электротехника*. 2006. № 6. Ч. 1. С. 29–38.

<sup>4</sup> Банасюкевич В. Д., Устинов В. А. Актуальные научные проблемы обеспечения сохранности архивных документов. *Отечественные архивы*. 2000. № 1. С. 10–17.

<sup>5</sup> Белая И. К. О старении бумаги из хлопковых и лубяных волокон в условиях одновременного воздействия тепла и влаги. *Старение бумаги*. Ленинград : Наука, 1965. С. 46–56.

Загалом для прогнозування терміну служби паперу як носія інформації необхідно враховувати і вплив матеріалів, що використані для виготовлення паперу, і способи друку, і властивості паперу, а також його довговічність<sup>6</sup>.

Підвищення довговічності спеціальних видів паперу, до яких належить і папір для друку, є економічно доцільним. Тому проблему підвищення довговічності цих видів паперу можна вирішувати за допомогою застосування в композиції паперу нових видів напівфабрикатів, одержаних за екологічними технологіями. У світлі розвитку такого напрямку буде актуальним, наприклад, застосування в композиції паперу нетрадиційних видів целюлози, що містять хітин-комплекси<sup>7</sup>.

Усі викладені технічні та технологічні аспекти виготовлення паперу мають враховуватися для розробки та впровадження превентивних заходів для забезпечення збереження фондів, адже від конкретного виду паперу відповідного композиційного складу залежить інтенсивність та глибина його старіння, тобто фактичний фізичний стан усього документа, обсяг комплексу відновлювальних операцій, першочерговість їх виконання стосовно конкретних екземплярів тощо. Тож для реалізації комплексу відновлювальних заходів виконуються передреставраційні дослідження у тому чи іншому обсязі.

---

<sup>6</sup> Волков В. А., Смоляков А. И. Особенности использования крахмала при производстве бумаги и картона с использованием вторичного волокна. *XI-ая Международная конференция по крахмалу*. Москва, 2003. С. 68.

<sup>7</sup> Фляте Д. М. *Свойства бумаги*. Москва : Изд-во Лесная промышленность, 1976. 648 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ СКЛАДОВИХ ДОКУМЕНТІВ ПЕРЕД РЕСТАВРАЦІЄЮ

До основних факторів, які впливають на фактичний фізичний стан документів, що надходять на реставрацію, належать вид та хімічний склад волокнистих напівфабрикатів, а також речовин для наповнення, проклеювання та вибілювання паперу, рН водного середовища під час формування паперового полотна, інші фактори, які були задіяні для виготовлення конструктивних складових цих документів. Ці характеристики неможливо встановити під час обстежень документів у сховищах, їх можна дослідити тільки перед реставрацією, коли документ знаходиться у «розплетеному», тобто розібраному на окремі аркуші, стані. Адже для оптимального відновлення документів важливо встановити найбільш повну та детальну характеристику як основних їх складових – паперу блоків, форзаців, оправ, – так і матеріалів, які планується застосувати для реставрації.

До показників, що найдостовірніше характеризують фактичний фізичний стан паперу, належать такі механічні показники, як опір зламові та опір роздиранню. Однак зазначені механічні показники є руйнівними і не можуть використовуватися у бібліотечній практиці. Тому необхідно вибирати, апробовувати та застосовувати неруйнівні методи дослідження.

Серед властивостей, що характеризують стан паперу, слід назвати нерівномірність структури аркуша паперу. Структура аркуша паперу залежить від неруйнівних показників пухлості, пилимості та білості, які можна визначити перед реставрацією та оптимізувати під час реставраційних операцій.

### *Вимірювання товщини паперу та картону*

Визначення товщини одиничного аркуша паперу документа, що реставрується, необхідне також для підбирання за товщиною реставраційного матеріалу, який планується застосовувати для відновлення документа. Вимірювання товщини паперу або картону, тобто відстані між двома про-

тилежними поверхнями паперу або картону, здійснюється під час статичного навантаження з використанням товщиноміра (фото 1).

Товщиномір – це прилад, який має два вимірювальні стискальні стрижні з плоскими паралельними круглими торцевими поверхнями (мікрометричний гвинт та п'ята), між якими розміщують папір або картон для вимірювання товщини. Величина рекомендованого тиску між вимірювальними поверхнями під час вимірювання товщини відповідає  $100 \pm 10$  кПа. Для вимірювання товщини паперу за відповідним стандартом ДСТУ EN 20534:2005 «Папір і картон. Визначення товщини і уявної щільності одного аркуша та в стосі», чинним від 01.07.2006 р., доволно відбирається не менше двох зразків розміром не менше 60 x 60 мм, у кількості 20 випробних аркушів. Для вимірювання товщини паперу документа також бажано мати декілька аркушів, однак за відсутності такої кількості зразків вимірювання товщини здійснюється для можливої кількості аркушів. Для більш точного вимірювання товщини досліджуваних зразків товщиномір має бути встановленим на горизонтальній поверхні, що не піддається вібрації. Показники відібраних зразків фіксуються відразу після установлення значення на шкалі товщиноміра, але до того, як почнеться зменшення товщини. Під час визначення товщини аркуша паперу вимір здійснюється у кожній точці з зазначених на рис. 1. Відстань точок від краю досліджуваного зразка має бути не менше 20 мм.

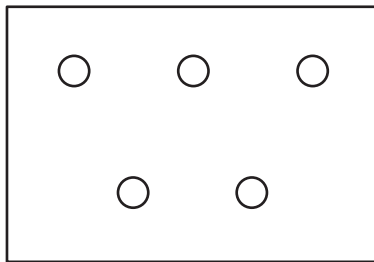


Рис. 1 – Розташування точок вимірювання на зразку, що досліджується

Далі обчислюється середнє арифметичне значення результатів вимірювання товщини паперу аркушів документа і одержується середнє значення товщини одиничного аркуша випробного зразка; його виражають у мікрометрах з точністю до трьох значущих цифр.

Для картону за відсутності відповідного товщиноміра застосовується штангенциркуль.

Для більш точної характеристики матеріальної основи документа, що досліджується перед реставрацією, визначаються ще такі структурні показники паперу, як уявна щільність та пухлість. Уявна щільність аркуша у грамах на кубічний сантиметр розраховується за формулою:

$$G / G_2$$

де  $G$  – маса  $1 \text{ м}^2$  паперу або картону,  $\text{г}/\text{м}^2$ ;

$G_2$  – середнє значення товщини паперу або картону,  $\text{мкм}$ .

Відповідно пухлість паперу або картону, як величина зворотна від уявної щільності у кубічних сантиметрах на грам, розраховується за формулою:

$$G_2 / G$$

Варто мати на увазі, що різниця між двома окремими результатами вимірювання товщини, розрахованої щільності та пухлості випробних зразків ганчір'яного паперу буде перевищувати показник збіжності за названим стандартом, що пояснюється відповідними технічними умовами формування паперового полотна, на відміну від сучасних матеріалів, які використовуються для реставрації.

#### *Вимірювання кислотності паперу документів в одиницях рН*

Хімічним показником, що достовірно характеризує фактичний фізичний стан паперу, є показник концентрації іонів водню в одиницях рН (кислотність). Значення рН паперу документів найкраще характеризує його міцність та довговічність. Підвищують кислотність паперу окисні процеси, що відбуваються під дією газів, які адсорбуються з повітря (оксиди сірки, азоту тощо), а також продуктів хімічних перетворень целюлози та життєдіяльності мікроорганізмів. Папір як матеріальна основа переважної більшості бібліотечних та архівних документів, які підлягають довготривалому зберіганню, набуває кислу реакцію: рН 3,0–5,0. Тому папір особливо цінних документів та документів, що підлягають необмежено довготривалому терміну зберігання, з рН  $\leq 5,5$  необхідно нейтралізувати для забезпечення їх збереження. Водневий показник (рН) ввів данський вчений С. П. Л. Серен-

сен, скорочено від позначення водню (H – Hydrogen) та німецького слова Potenz – математичний ступінь, оскільки  $pH = -\lg[H^+]$  (<https://uk.wikipedia.org/wiki/pH>).

В чистій воді, а також у будь-якому нейтральному середовищі, множник  $[H^+][OH^-]=10^{-7}$ , тобто,  $pH = -\lg[H^+]=7$ . Однак зазвичай у розчинах концентрація  $H^+$  не дорівнює концентрації  $OH^-$ , отже менше або більше 7. При будь-яких змінах – збільшенні концентрації іонів  $H^+$  (кисла реакція) або іонів  $OH^-$  (лужна реакція) – pH розчину змінюється. Для виміру pH використовуються індикатори або електронні цифрові прилади pH-метри, що дають можливість отримати об'єктивні параметри рівня pH. Для визначення pH паперу зазвичай застосовується метод холодного екстрагування за відповідним стандартом (ДСТУ ISO 6588-1:2008 Папір, картон і волокнисті напівфабрикати. Визначення pH водної витяжки. Частина 1. Метод холодного екстрагування (ISO 6588-1:2005, IDT)). Вказаний у стандарті метод найбільш адекватно відображає pH паперу. Однак цей метод неприйнятний для визначення pH паперу бібліотечних документів, оскільки для отримання значення водного розчину необхідно подрібнення зразка. Тому для визначення pH паперу документів застосовуються інші методи, наразі й з використанням мікрокількості паперу. Такий метод реалізується двома способами. Перший спосіб – нанесення 2 мл води на поверхню паперу з наступним вимірюванням pH на предметному склі. Другий спосіб здійснюється шляхом відбору з поверхні паперу невеликої кількості волокна, щоб дотриматися такого співвідношення: 2 мг волокна на дві краплі води (0,1 мл). Однак описані методи є менш точними порівняно з іншими методами виміру pH.

Досить поширеними у бібліотечній практиці є експрес-методи з використанням індикаторної смужки паперу або спеціального олівця для вимірювання кислотності паперу. Однак експрес-методи зазвичай не дають точного кількісного визначення кислотності паперу, а переважно відображають лише кислотно-лужні показники дослідного зразка відповідним кольором.

Більш прийнятним методом для визначення pH паперу є неруйнівний контактний метод за допомогою плоского електроду. Для вимірювання pH за допомогою контактного неруйнівного методу сьогодні застосовуються pH-метри різних фірм, наприклад, Mettler Toledo GmbH Analytical (Швейцарія), Hanna Instruments (Німеччина), Cole-Parmer Instrument (США) тощо. Для вимірювання pH паперу документів у НБУВ застосовується

Ecoskanp H5 компанії Eutech Instruments (міжнародна компанія Швейцарія-Сінгапур). Слід підкреслити, що значення рН паперу, яке визначається контактним методом, завжди на 0,5–0,8 одиниць менше порівняно зі значеннями, отриманими за допомогою того ж електрода у дистильованій воді методом холодного екстрагування за названим стандартом. Ці невідповідності значень можуть бути зумовлені кількома причинами. По-перше, за нетривалий час вимірювання контактним методом не встигає встановитися рівноважний стан процесів розчинення та гідролізу речовин, що входять до складу паперу. Адже під час стандартного визначення рН упродовж одногодинного екстрагування ці процеси протікають повніше. По-друге, співвідношення маси паперу до маси води під час вимірювання контактним методом в десятки разів менше ніж за холодного екстрагування. Отже, за стандартом 2 г подрібненого зразка паперу витримують у 100 мл дистильованої води упродовж 60 хвилин за температури 18–20°C. По-третє, не слід виключати вплив величини рН самої дистильованої води.

Визначення рН паперу документів виконується не лише перед реставрацією, а й у таких випадках: перед фазовою консервацією документів; як до так і після нейтралізації; обов'язково для оцінки фактичного фізичного стану документів з ослабленою матеріальною основою з метою визначення необхідності та комплексу превентивних заходів; під час виявлення значних пошкоджень рукописних та друківаних аркушів документів внаслідок впливу хімічного чи біологічного факторів тощо.

### *Нейтралізація кислотності паперу документів*

Нейтралізація кислотності паперу документів є одним із заключних етапів реставрації. Адже завдяки нейтралізації не здійснюється зміцнення паперу, а зменшується швидкість його деструкції під час природного старіння документів в умовах довготривалого зберігання. Цей вид оброблення важливий як для крихких, значною мірою пошкоджених кислотою документів, так і для тих документів, папір яких характеризується низьким значенням рН. Слід підкреслити, що нейтралізація необхідна для тих документів, папір яких ще характеризується достатньою міцністю (показник опору зламові становить не менше 10 подвійних перегинів), а для паперу з деструкцією декислотизація недоцільна, оскільки не продовжить термін використання таких видань. На процес нейтралізації впливає низка факторів, серед яких композиційний склад та рН паперу, що підлягає оброб-



ленню; склад та якість матеріалу, що був використаний для запису інформації; природа нейтралізуючого розчину, його концентрація, технологія та тривалість процесу<sup>8</sup>. Про ефективність нейтралізації свідчить, насамперед, рН паперу та вміст лужного резерву, що залишається в папері після оброблення. Введення в папір лужного реагента взагалі супроводжується не лише безпосередньою нейтралізацією наявної у ньому кислоти, продуктів деструкції целюлози та супутніх компонентів кислого характеру. Надлишок нейтралізуючої речовини перетворюється в нерозчинний стан, адсорбується на волокнах, заповнюючи міжволоконні пори і стає своєрідним буфером у папері під час його подальшого зберігання. Саме у цьому випадку мова йде про лужний резерв, який сприяє збереженню експлуатаційних властивостей паперу (і документів) у часі. Міжнародним стандартом на довговічний папір (ISO 9706: – 1994 Інформація і документація – Папір для документів – Вимоги до довговічності.) визначається мінімальна кількість лужного резерву у кількості, що відповідає 0,4 моль/кг кислоти, тобто 2% карбонату кальцію. За цим стандартом значення кислотності паперу в одиницях рН, яке виміряне методом холодного екстрагування за стандартом (ДСТУ ISO 6588-1:2008 Папір, картон і волокнисті напівфабрикати. Визначення рН водної витяжки. Частина 1. Метод холодного екстрагування (ISO 6588-1:2005, IDT) має бути у межах 7,5–10,0. Американським стандартом ANSI (American National Standards Institute) Z 39/48:1992 та німецьким стандартом DIN (Deutsches Institut für Normung) 9738:2007-03 установлюється таке ж значення лужного резерву. Більше значення лужного резерву неприйнятне для унеможливлення лужної деструкції целюлози.

Серед методів нейтралізації паперу консерваторами виокремлюються методи оброблення у водних та неводних розчинах. Великий внесок у справу стабілізації документів методом нейтралізації зробив американський учений У. Барроу. Усі способи, що були запропоновані У. Барроу, базуються на введенні в папір сполук лужноземельних металів, зокрема кальцію та магнію. Серед рекомендованих сполук – водні розчини гідрокарбонатів кальцію та магнію; розчин гідроксиду кальцію; суміш розчинів гідроксиду і гідрокарбонату кальцію. Однак на сьогодні в літературних джерелах зустрічається критична оцінка запропонованих У. Барроу методів нейтралізації, наприклад, більш доцільним вважається використання ненаси-

<sup>8</sup>Добрусина С. А. *Стабилизация бумаги документов: учеб. пособие.* Москва: Межрегиональный центр библиотечного сотрудничества, 2014. 176 с.

ченого розчину гідрокарбонату магнію, а найбільш ефективним виявився насичений розчин суміші гідрокарбонатів кальцію та магнію, відомий під назвою буфер Барроу. До недоліків запропонованого водного методу нейтралізації слід віднести неможливість його застосування для документів з водонестійкими текстами.

Серед останніх наукових розробок методів нейтралізації паперу документів слід відзначити установку для масової нейтралізації Р. Д. Сміта, який запропонував для стабілізуючого оброблення розчин алкоголятів магнію в суміші спиртів та хлорфторованих вуглеводнів. Одна з перших установок для масової нейтралізації документів, яка була розроблена Р. Д. Смітом зі співавторами і представлена фірмою Wei T`o, знаходилася у Державному архіві в будівлі Національної бібліотеки Канади. У Національній бібліотеці Франції також використовується удосконалений реставраційним центром у м. Сабле процес Wei T`o, у якому як нейтралізуючий реагент застосовується суміш метилкарбонатів метоксиду та етоксиду магнію в етанолі, а співрозчинником слугує тетрафторетан.

За технологією Bookkeeper, що була розроблена у 80-ті роки ХХ ст. у США компанією Preservation Technologies, нейтралізуючим реагентом є часточки оксиду магнію (MgO), які суспензовані у органічному розчиннику перфторгептані. Ця суспензія розпилюється в установці, де знаходяться підготовані книги. У процесі оптимізації технології досягнуто покращення динаміки руху нейтралізуючої рідини паралельно зі зниженням концентрації оксиду магнію та одночасним підтриманням достатнього лужного резерву.

З наукових джерел відомо, що нова рідинно-фазова технологія нейтралізації кислотності паперу документів CSC Book Saver використовується у науковій бібліотеці Королівського бельгійського інституту природничих наук, Російській національній бібліотеці, Канадському національному архіві, Німецькій бібліотеці в Лейпцизі. Вона застосовується в режимі низьких температур та екологічна, оскільки за цією технологією забезпечується замкнутий цикл оброблення. Завдяки використанню низьких температур відбувається скорочення тривалості процесу та збереження оригінальної структури матеріалу під час та після оброблення. Як нейтралізуючий розчин використовується карбонізований n-пропілат магнію (нейтралізуючий агент), розчинений у n-пропанолі та носії (HFC 227, Solkane).

Отже, кожен із зазначених методів нейтралізації кислотності паперу характеризується своїми технологічними параметрами, тож має як певні позитивні, так і негативні ефекти. Серед них, наприклад, пожовтіння паперу, розтікання чорнил, водорозчинних фарб, машинописних текстів тощо. Здебільшого під час процесу нейтралізації стабілізується папір, однак не повертаються йому втрачені фізико-механічні властивості. Виходячи з викладеного слід зробити висновок про те, що нейтралізація (водна чи неводна, масова чи індивідуальна) ефективна лише для кислого та нейтрального паперу, старіння якого ще не призвело до кінцевої руйнації структури аркушів. Тож для крихких паперів ефективною стабілізуючою операцією є не лише нейтралізація, а й зміцнення з метою покращення механічних властивостей, адже за інтенсивного використання документів це вкрай важливо. Тому для збереження документів важливі і міцність, і стабільність паперу з часом. Саме на виконання зазначеного завдання американською компанією Lithium (LITHCO, що є частиною концерну FMC) запропонована технологія консервації книг, за якої відбувається не лише нейтралізація кислотності паперу, а й його зміцнення. Як реагент для нейтралізації та зміцнення пропонується бутилгліколят магнію у гептані.

Інновації хімічної галузі для забезпечення збереження бібліотечних документів апробувалися та впроваджувалися також в інших державах.

Так у Великобританії групою промислової хімії в Університеті Суррея проводилися експерименти з масового камерного зміцнення паперу документів для Британської бібліотеки, а на базі Національної бібліотеки Австрії розроблена технологія зміцнення та нейтралізації кислотності газетного паперу зі значним вмістом деревної маси.

Підсумовуючи наведену інформацію стосовно нейтралізації кислотності паперу бібліотечних документів, слід зазначити, що ми підтримуємо позицію провідних консерваторів інших держав стосовно існування загальних підходів відносно виду паперу, який доцільно нейтралізувати, насамперед це папір з великим вмістом деревної маси, а також папір із сульфітної целюлози або папір з проклеюванням за використання алюмокалієвих галунів. Вважаємо за необхідне також зазначити, що перед упровадженням методу нейтралізації паперу важливо урахувати багато факторів: здійснити вибір реагенту та обладнання; брати до уваги токсичність вибраного реагенту; визначити значення рН паперу до та після оброблення; оцінити отриманий лужний резерв, вплив оброблення на механічні (опір

зламу) та хімічні (ступінь полімеризації, мідне число) властивості паперу, його оптичні характеристики, а також їх зміни під час штучного старіння. Консерватори вважають, що для оцінки конкретного методу нейтралізації паперу документів з метою його впровадження важливим є не лише вид паперу, а й стан тексту.

На нашу думку, для забезпечення ефективності нейтралізації необхідні досконалі знання вибраної технології, попередні ґрунтовні науково-прикладні обстеження документів з метою доцільності їх відбирання на оброблення, а також всебічна оцінка можливих небажаних ефектів.

### *Визначення запиленості документів*

Одним із найбільш простих і доступних превентивних методів для продовження терміну використання бібліотечних документів є підтримання нормативного санітарно-гігієнічного режиму у сховищах. Мається на увазі видалення пилу з поверхні документів, полиць, стін, підлоги, тобто вчасне та комплексне знепилювання. Для уникнення проникання пилу глибоко усередину документів їх необхідно знепилювати не рідше одного разу на 1–2 роки. Зазвичай документи у сховищах мають різний ступінь запиленості через різні умови попереднього побутування та використання. Багаторічний практичний досвід органолептичного обстеження документів, насамперед особливо цінних рукописів, стародрукованих видань, бібліотечних колекцій, інших видань, а також літературні джерела свідчать про те, що після однократного знепилювання кількість пилу зменшується на 35–40%. Більш ретельне знепилювання призводить до зменшення кількості пилу на 40–60%. Отже за ретельного знепилювання старих книг на них залишається уже в середньому до 20% від початкової кількості пилу. Повністю видалити пил з документів не вдається, оскільки за час зберігання таких документів пил проник усередину паперового блоку через обріз, особливо якщо він без механічного обрізування.

Оцінка якості знепилювання необхідна для визначення черговості санітарно-гігієнічного оброблення фондів та окремих масивів документів. Запиленість можна оцінити навіть візуально за ступенем забрудненості чистої білої тканини. Оскільки цей спосіб не дозволяє оцінити запиленість документів кількісно, то більш інформативним є ваговий спосіб. Суть вагового способу полягає в кількості пилу, зібраного з визначеної поверхні документа за допомогою тампонів. Власне, це кількість пилу, що знаходиться

на одиниці площі документа, наприклад, в мкг/см<sup>2</sup>. За даними деяких фахівців з консервації документів, запиленість документів менше 40 мкг/см<sup>2</sup> після знепилювання вважається нормою. Запиленість документів вище 60 мкг/см<sup>2</sup> потребує здійснення санітарно-гігієнічних заходів, а вище 80 мкг/см<sup>2</sup> – взагалі недопустима. Ваговий спосіб ґрунтується на визначенні різниці між вагою тампона після відбору пилу з поверхні документа та вагою того ж самого тампона до відбирання проби. Хоча ваговий метод насправді простий, є кілька моментів, на які слід звернути увагу. Оскільки вата, що використана як тампони, є досить гігроскопічним матеріалом, бажано зважування до та після відбирання проби виконувати за однакових умов відносної вологості повітря. Ще одним нюансом кількісного визначення запиленості документа є вибір площі, з якої відбирається проба. Найбільш прийнятною є площа, що дорівнює 10 см<sup>2</sup>. Наступною особливістю кількісного методу визначення запиленості документа є відбирання проби сухим або вологим тампоном. Слід зазначити, що сухим тампоном пилу відбирається майже в два рази менше, ніж вологим. Однак важливо звернути увагу насамперед на нерозчинність фарб покриття поверхні документа. Сухі тампони використовуються тоді, коли зволоження недопустиме чи коли проба відбирається з поверхні, що є нестійкою до води. Для відбирання проб з корінців, кришок або кольорових обрізів обов'язково необхідно перевірити поверхню на текучість фарб. Певно, що основною умовою визначення запиленості документів кількісним методом є наявність для зважування спеціальних ваг з високою точністю ( $\pm 0001$  г), якими, на жаль, оснащені не всі бібліотеки в Україні. Бажано використовувати ваговий кількісний метод для оцінювання ефективності нової техніки чи засобів для знепилювання, а також з метою визначення санітарно-гігієнічного стану фондів і окремих раритетних документів. Ваговий метод застосовується у тих випадках, коли необхідно мати конкретні кількісні дані, наприклад, для оцінювання якості робіт із санітарно-гігієнічного оброблення фондів.

### ***3.1. Дослідження реставраційних та витратних матеріалів***

У реставраційній практиці успішно застосовується багато методів для відновлення бібліотечних документів. Серед цих методів досить поширеним є метод дублювання, тобто нашарування спеціального реставраційного матеріалу з однієї чи обох сторін аркуша. Для дублювання може застосо-

уватися тонкий прозорий папір, що нашаровується на аркуш з текстом. Цей же матеріал або більш товстий та менш прозорий може нашаровуватися на сторінку без тексту. Можливі суцільні нашарування на весь аркуш та локальні – на куточках, полях, по лініях згинання та на інших ослаблених частинах аркуша. Ефективність зміцнення залежить від властивостей компонентів, методу з'єднання та взаємного впливу компонентів, що беруть участь у процесі дублювання. Папір, яким зміцнюється ослаблена матеріальна основа документа, повинен бути довговічним, еластичним, біостійким та характеризуватися невеликою деформацією. За кольором для зміцнення, як і для доповнень, підбирається папір трохи світліший за аркуш документа. Під час дублювання ослабленого аркуша паперу напрямком його волокон повинен збігатись з напрямком волокон паперу, що застосовується для зміцнення.

Під час реставрації документів основними критеріями для відбору паперів та інших матеріалів для використання є такі їх фізико-хімічні характеристики, як рівень кислотності та склад паперу за волокном, щоб із часом відреставровані документи не стали крихкими та не змінили свій первісний колір. Зазвичай реставраційні папери містять довгі, міцні, гнучкі волокна, що забезпечують надійне з'єднання реставраційного матеріалу з паперовою основою документа<sup>9</sup>. Під час апробації кожного із вибраних видів паперу визначаються основні фізико-хімічні показники, конкретизується доцільність його застосування для відповідної реставраційної операції, а також характеризується досягнутий зміцнювальний ефект. В рамках багаторічних досліджень, що проводилися фахівцями НБУВ, були апробовані та можуть бути рекомендовані для відновлення документів окремі марки реставраційних паперів.

Папір *Atsushi Н/М* характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 40% волокон *Kozi*, 60% волокон *Pulr*, маса одного метра квадратного – 67 г, кислотність – 6,6 одиниць рН, формат аркушів – 64 x 97 см. На сьогодні на ринку паперів він пропонується в упаковках по 25 аркушів. Така кількість паперу з одної упаковки дозволяє виконати значний обсяг відновлювальних операцій для документів, що доцільно

<sup>9</sup> *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. № НТП 0711U003869. Київ, 2011. 126 с.

під час реставрації багатотомних видань. Органолептичні дослідження показали, що папір щільний, трохи шорсткуватий, молочного кольору, з ледь видимими на просвіт лініями понтюзо. Папір можна застосовувати для відновлення та зміцнення матеріальної основи таких документів, як стародруки на щільному ганчір'яному папері, гравюри, рукописні карти XVIII–XIX ст. тощо. Якщо папір *Atsushi Н/М* за кольором надто контрастує з папером документів, його можна підфарбувати розчином акварелі до потрібного відтінку.

Папір *Senkwa* характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 80% волокон *Kozi*, 20% волокон *Pulp*, маса одного метра квадратного – 50 г, кислотність – 6,8 одиниць рН, формат аркушів – 58 x 84 см. Органолептичними дослідженнями встановлено, що папір не щільний, світло-чайного кольору з малопомітними лініями верже і понтюзо. За результатами апробації можна зробити висновок про те, що його можна рекомендувати не тільки для реставрації аркушів книг і журналів XIX–початку XX ст., а також і для більш ранніх стародрукованих видань.

Папір *Kawashi* характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 20% волокон *Kozi*, 10% волокон *Manila*, 10% волокон *Pulp*, 10% волокон *Ryon*, маса одного метра квадратного – 35 г, кислотність – 6,9 одиниць рН, формат аркушів – 66 x 99 см. Папір тонкий, вершкового кольору, з довільно направленими волокнами, придатний для реставрації документів, виконаних на тонкому папері.

Папір *Arakaji Natur Н/М* характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 50% волокон *Kozi*, 50% волокон *Pulp*, маса одного метра квадратного – 33 г, кислотність – 6,8 одиниць рН, формат аркушів – 61 x 98 см. Нами встановлено, що папір шорсткуватий, довговолокнутий, світло-чайного кольору з чітко вираженими лініями понтюзо. Він придатний для реставрації аркушів книг та журналів.

Папір *Tosa Kozo Natur* характеризується такими фізико-хімічними показниками: композиційний склад – 80% волокон *Kozi*, 20% волокон *Pulp*, маса одного метра квадратного – 32 г, кислотність – 6,7 одиниць рН, формат аркушів – 65 x 98 см. Папір має добре виражені лінії верже і ледве видимі лінії понтюзо, колір – слонової кістки. Можна рекомендувати папір *Tosa Kozo Natur* для зміцнювання книг та журналів середини XIX–початку XX ст., які були надруковані на різних видах паперу. На сьогодні цей папір пропонується в упаковках по 100 аркушів – це дозволяє виконати з однієї



упаковки значний обсяг відновлювальних операцій, що доцільно для багатотомних видань.

Папір *Dessin J. A.* білого кольору, з невеликим показником шорсткості, нейтральний. Особливістю цього виду паперу є те, що він характеризується різноманіттям як мас одного метра квадратного – від 90, 120, 160 до 200 г, так і форматів аркушів – А4, А3, А2, 75 x 110 см. Папір на сьогодні пропонується в упаковках по 500 аркушів. Це дозволяє реставрувати з одної упаковки значну кількість документів папером з однаковими фізико-хімічними властивостями. Та особливість паперу *Dessin J. A.*, що він характеризується широким спектром мас одного метра квадратного, дозволяє використовувати його як для реставрації графіки і картографічних видань, так і для реставрації форзаців документів.

Розглянута нами далі група тонких реставраційних паперів добре показала себе для зміцнення паперової основи відреставрованих аркушів; для дублювання (нашарування) аркушів документів, тобто для укріплення крихких та ветхих аркушів; для прокладання між малюнками, рукописними аркушами та фотографіями, а також як пакувальний захисний папір для цінних документів. Ці папери майже прозорі, малопомітні і не утворюють «вуалі», тобто не знижують читабельність тексту документів. Практика застосування тонких реставраційних паперів під час відновлювальних операцій показала новий специфічний нюанс. Під час використання ці папери необхідно не відрізати ножицями, а відривати фрагменти необхідного розміру, оскільки рваний край утворює менш помітне, більш еластичне та міцне з'єднання матеріалів. Зазначене дозволяє відреставрованому паперу не ламатися вздовж лінії прилягання. Цей підхід є доцільним для реставрації особливо цінних документів.

До цієї групи паперів також належить папір *Mitsumata 5 Н/М*, його композиція складається із 100% волокон *Mitsumata*, маса одного метра квадратного – 11 г, кислотність – 6,6 одиниць рН, формат аркушів – 56 x 70 см. Органолептичними та інструментальними дослідженнями було встановлено, що папір тонкий, світло-чайного кольору з вираженими лініями верже і понтюзо. За нашими спостереженнями, він може застосовуватися для зміцнення відреставрованих фрагментів аркуша та укріплення ветхих аркушів. Під час апробації також було встановлено, що цей папір можна використовувати для заміни або доповнення втрат паперової маси тонованих захисних аркушів фотоальбомів, раритетних образотворчих ви-



дань та журналів, для зміцнення матеріальної основи будь-яких документів.

Папір *Langfasen-Seiden Rolle* – його композиція складається із 100% волокон Manila, маса одного метра квадратного – 9 г, кислотність – 7,0 одиниць рН. На відміну від описаних марок паперу цей матеріал рулонний, розмір рулону 0,98 x 100 м. Органолептичними та інструментальними дослідженнями встановлено, що папір тонкий, пористий, м'який, з високими характеристиками міцності, довговолокнутий, білого кольору. Папір *Lang-fasen Seiden Rolle* добре зарекомендував себе для дублювання і зміцнення стародруків з ослабленою матеріальною основою.

Папір *Tengujo*, – його композиція складається із 100% волокон Manila Намр, маса одного метра квадратного – 6 г, кислотність – 6,7 одиниць рН, матеріал аркушевий, формат аркушів – 48 x 94 см. Папір тонкий, пористий, рівноміцний у поздовжньому та поперечному напрямках, білого кольору. Слід акцентувати, що завдяки низькій товщині за достатньої міцності папір *Tengujo* майже невидимий під час дублювання текстових документів. Тому цей папір можна рекомендувати для реставрації унікальних стародрукованих видань.

Надтонкий, рівноміцний, довговолокнутий, пористий, м'який та гладкий папір *Kozu Natur (Rolle)* містить 100% волокна Kozu, маса одного метра квадратного – 4 г, показник кислотності – 7,8 одиниць рН, білого кольору, рулонний. Рулон 1 x 60 м найкраще підходить для дублювання документів з одностороннім текстом. Нами було помічено, що після нанесення його на ослаблену матеріальну основу документів залишається ледь помітна «вуаль». За допомогою паперу *Kozu Natur (Rolle)* можна реставрувати унікальні рукописи та інші раритетні видання.

Нами були також апробовані щільні (цупкі) папери, які можуть бути рекомендовані як для реставрації оправ, так і для виготовлення індивідуальних засобів зберігання (різних пристосувань) для документів з ослабленою матеріальною основою. Переваги використання цупких реставраційних паперів полягають у тому, що вони непрозорі, отже добре захищають документи від дії світла. Ці матеріали пористі, тож захищають документи від накопичення вологи і шкідливих газів усередині такого пристосування. На паперові пристосування легко наносити написи, водночас не псуючи матеріальну основу документів. З цупких паперів виготовляються папки, конверти, L-конверти (конверти, закриті тільки з двох боків), паспарту, обкла-

динки для тонких книг і брошур, суперобкладинки для товстих цінних книг, форзаци для книг і папок тощо.

До цієї групи паперів можна віднести папір *Canson Mi-Teintes* із зернистим крупноволокнистим малюнком (одностороння структура «медові соти») французького виробництва із високим вмістом бавовни, масою одного метра квадратного – 160 г, форматом аркушів – 50 x 65 см та 75 x 110 см. Кольорова гама включає 50 пастельних кольорів. На відміну від інших марок цей папір відрізняється технологією виробництва. Він характеризується фарбуванням і проклеюванням у 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 переваги: папір не втрачає свої якості з часом, стійкий до пліснявіння та пожовтіння. Використання цієї марки паперу дозволяє розширити можливості реставраторів під час відновлення форзаців, реставрації альбомних аркушів, аркушів журналів кінця XIX – початку XX ст., виготовлення паспарту для графіки, фотографій, папок для окремих аркушевих матеріалів, обкладинок тонких книжок та брошур.

Папір-верже *Canson Ingres Vidalon* французького виробництва має високий вміст бавовни, безкислотний, характеризується достатнім лужним резервом, високою стійкістю до дії мікроміцетів та світла (окрім паперу чорного кольору). Маса одного метра квадратного – 100 г і 125 г, формат аркушів – 50 x 65 см. Вся кольорова гама цієї марки паперу має 21 пастельний відтінок. Папір може використовуватися для реставрації графічних та картографічних документів, журнальних аркушів, а також для виготовлення форзаців та індивідуальних засобів зберігання, обкладинок брошур і книжок.

У рамках наукових експериментів було досліджено також різні марки реставраційних паперів сучасного виробництва, що використовуються для виготовлення захисних сторінок у фотоальбомах та образотворчих раритетних виданнях з ілюстраціями: папери *Pergaminseiden Leinenpr* (пергамент під льон), *Pergaminseiden Eisblumenpr* (пергамент-сніжинка) та *Pergaminseiden Spinwebpr* (пергамент-павутиння). Композиція цих марок паперу містить 100% целюлозних волокон, а маса одного метра квадратного – 30 г, кислотність – від 7,0 до 7,3 одиниць рН, формат аркушів – 75 x 105 см.

Папір *Pergaminseiden Ungepr* має такі показники: маса одного метра квадратного – 40 г, на поверхні аркушів відсутнє тиснення. Після апробації цей папір можна рекомендувати для прокладання між малюнками та фотографіями образотворчих документів.

Для збільшення обсягів масової реставрації та підвищення продуктивності цього процесу в бібліотечній практиці сьогодення використовуються самоклеючі матеріали фірми «Neschen». Це різноманітні типи плівок *filmolux*, *filmomatt*, *filmoplast* тощо. Використання матеріалу типу *filmoplast* для відновлення документів, матеріальну основу яких складає папір, дозволяє значно прискорити реставраційний процес без зниження якості виконаних робіт. Можна використовувати матеріали фірми «Neschen» для з'єднання палітурної кришки і книжкового блоку; для ремонту фальців книг у корінцевій частині блоку; для вклеювання вирваних аркушів та реставрації пошкоджених країв; для зміцнення полів зі зворотного боку картографічних видань та інших аркушевих матеріалів великого формату (планів, афіш, плакатів тощо); для ремонту надірваних аркушів книг та архівних документів на паперових носіях; для зміцнення паперових глясових та кольорових обкладинок, а також зміцнення обкладинок книг у м'яких палітурках, таблиць, друкованих видань тощо.

Не буде зайвим підкреслити, що виконуючи зміцнення документів з ослабленою матеріальною основою, бажано максимально зберегти їх початкові характерні особливості, тобто, за можливості, уникнути потовщення блоку, особливо на куточках та в корінці<sup>10</sup>.

### **3.2. Технологічні аспекти відновлення оправ**

Реставрація (від лат. *Restauratio* – відновлення) документів – це відновлення їх експлуатаційних властивостей, форми та зовнішнього вигляду. Для документів, що мають ослаблену конструкцію оправи, та книг у м'яких палітурках як профілактичний захід від можливої руйнації книжкового блоку доцільно здійснити зміцнення конструкції оправи, виготовити нову тверду оправу, відновити наявну оправу або застосувати найпростіші індивідуальні засоби зберігання. За стандартом з консервації документів

<sup>10</sup> Затока Л. П. Технології та матеріали наукової реставрації сьогодення / Л. П. Затока, Л. А. Сорокіна. *Рукописна та книжкова спадщина України : археографічні дослідження унікальних архівних та бібліотечних фондів*. 2010. Вип. 14. С. 377–389. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/everlib/item/er-0000001130>.

реконструкція оправи – це виготовлення нової оправи з відтворенням стилю та конструкції, що подібна до початкової.

Для вдалої реконструкції оправи неабияке значення має правильно підібраний *форзац* – подвійний аркуш спеціального паперу з підвищеною щільністю, що розташований між книжковим блоком та палітурними кришками. 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. Під час вибору форзацного паперу для відновлення пошкодженої конструкції оправи слід урахувувати товщину книжкового блоку, що реставрується. Якщо товщина блоку більше 35 мм, рекомендується застосовувати форзацний папір масою одного метра квадратного 140–160 г. Водночас форзац є елементом художнього оформлення (оздоблення) книги. Отже, форзаці бувають декоративно-орнаментні, ілюстративно-тематичні, кольорові, без малюнку, із мармурового паперу ручного виготовлення, розмальовані вручну тощо. Як відомо, за конструкцією форзаці поділяються на суцільно-паперові, окантувальні, складені, прикантовані, накидні, приклеєні, прошивні тощо. Суцільно-паперовий форзац із паперового аркуша (чистого, задрукованого, розмальованого тощо) дорівнює формату видання до його обрізки з трьох сторін, сфальцьований в одне згинання. Як правило, розкрюювання такого форзацу здійснюється з урахуванням повздовжнього напрямку волокон. Окантувальний форзац має наклеєну по своєму фальцю смужку паперу чи іншого матеріалу (коленкору, нетканого матеріалу тощо). Складений форзац складається з окремих паперових заготовок, що з'єднуються в корінцевій частині фальчиком (смужка матеріалу для з'єднання паперових частин форзацу). Прикантований форзац кріпиться на смужці паперу або тканини, що називається стержнем. Вибір форзацу визначається кількістю аркушів у блоці, форматом та конструкцією оправи.

Зазвичай під час реставрації оправи бібліотечних документів або відновлюється форзац, що був складником конструкції оправи, або виготовляється новий – аналогічний втраченому. Якщо форзац оправи, що відновлюється, втрачено, то слід виготовити новий, характерний для документів цього виду та часу видання з відповідних реставраційних витратних ма-

теріалів. У випадку, коли форзац пошкоджено настільки інтенсивно, що лишилися лише окремі частини, – то за цими фрагментами й рекомендується вибрати відповідний тип форзаца та папір для нього. Новий папір для форзаца за структурою, кольором та міцністю має бути подібним до того паперу, що був використаний раніше. Якщо виникає необхідність відновлення книг великого формату з великою кількістю сторінок, то доцільно закріпити форзац на згині смужкою бавовняної тканини та вибрати таку конструкцію форзаца, яка забезпечить стабільну міцність конструкції оправи документа в цілому. Зокрема, для зміцнення довідкових та енциклопедичних видань, призначених для довготривалого та інтенсивного використання, папір для форзаца має бути масою одного не менше 160 г на метр квадратний.

Отже, для зміцнення конструкції оправ рекомендується використовувати форзацний папір середньої зольності із підвищеним опором зламу та обмеженою здатністю до скручування після однобічного зволоження<sup>11</sup>. Маса одного метра квадратного 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%.

Для зміцнення конструкції оправ з метою виготовлення форзаца можна використовувати папери відомих зарубіжних фірм з відповідними фізико-хімічними, структурними та оптичними показниками. Наприклад описані нами папір Dessin J. A. французького виробництва білого кольору з низьким показником шорсткості, папір *Canson Mi-Teintes* із зернистим крупноволокнистим малюнком (одностороння структура «медові соти»).

У конструкції оправ документів XVIII–XIX ст., що зберігаються у фондах бібліотек, як форзац часто застосовувався мармуровий папір тодішнього виробництва із різнобарвним поверхневим покриттям. За необхідності відновлення таких документів із заміною форзаца виникає потреба виготовлення в сучасних умовах нового мармурового паперу, подібного за зовнішнім виглядом до паперу минулих століть. Сам процес мармурування полягає в нанесенні на поверхню вибраних зразків паперу суміші фарб різних

<sup>11</sup> ДСТУ 2098-92. Виробництво паперу та картону. Терміни та поняття. [Чинний від 1993-07-01]. Вид. офіц. Київ, 1993. 69 с.

кольорів, розчинників та необхідних добавок у підібраних пропорціях за відповідною технологією. У відділі реставрації НБУВ упродовж минулих років розроблено та активно використовується оригінальний спосіб виготовлення сучасного мармурового паперу для виготовлення форзаців.

Серед інших операцій, які входять до технологічного циклу відновлення документів способом реставрації, досить часто необхідно включати очищення паперової основи аркушів форзаца розчинниками, що має свої специфічні особливості.

Реставрація, тобто зміцнення конструкції оправи, здійснюється у тих випадках, якщо оправа сильно пошкоджена і не виконує свого функціонального призначення або, навпаки, книжковий блок потребує реставрації, яка можлива лише після виокремлення його з оправи. Зміцнення конструкції оправи без виокремлення книжкового блоку виконується тоді, якщо блок характеризується стабільним фізичним станом, а зміцнення потребують лише окремі елементи оправи – куточки, корінець, покривний матеріал кришок тощо.

За даними науково-прикладних обстежень документів НБУВ, було зроблено висновок про те, що найчастіше потребують зміцнення конструкції книги XVI–XVIII ст. в шкіряних та пергаментних оправах. Ці оправи, часто з золотим тисненням та іншим оздобленням, самі є самостійною історико-культурною цінністю. Оскільки шкіра за своїм походженням належить до біологічних матеріалів, тож нормативні умови для забезпечення її збереження суттєво відрізняються від вимог стандарту на зберігання паперу. Відомо, що належний фізичний стан паперу забезпечується наявністю вологи у ньому в інтервалі 6,0–7,0%, а шкіри – на рівні 12%. З плином часу старіння шкіри та пергаменту відбувається навіть під дією коливань показників температурно-вологісного режиму у сховищах, а особливості процесу старіння шкіри пов'язані уже зі зміною показників її якості. Для характеристики якості шкіри застосовуються три групи показників:

- естетичні показники характеризують поверхню шкіри (структура та характер лицевої поверхні, м'якість, пружність та колір);
- гігієнічні показники характеризують відсутність шкідливого впливу на об'єкт використання (вологомісткість, водо- та повітропроникність, гігроскопічність);
- надійність та довговічність характеризують незмінність заданих властивостей у часі: вміст масової частки вологи, що значною мірою залежить

від температури та вологості навколишнього середовища; а також масова частка оксиду хрому, масова частка золи, кислотність та механічні показники.

Слід підкреслити, що шкіра – гідрофільний матеріал, головною складовою якого є білок – колаген волокнистої структури. Капілярна природа структури шкіри вимагає підтримання вологості повітря сховищ на певному рівні, оскільки під час зниження вологості повітря капіляри звужуються, відбувається зближення волокон колагену (тобто створюються додаткові зв'язки між функціональними групами білка, збільшується кількість водневих зв'язків). Зовнішньо це проявляється в деформації та загинанні кришок оправи у напрямку від книжкового блоку. Під час підвищення вологості повітря більше рекомендованого рівня білок шкіри навпаки стає рихлим, його волокна можуть склеюватися, від чого шкіра також деформується. Окислювальні процеси у шкірі значно прискорюються під дією світла та тепла, а поглинання сірчаного ангідриду з повітря сховищ призводить до накопичення у ній сірчаної кислоти, яка роз'їдає шкіру. Слід враховувати і зовнішнє механічне навантаження, яке шкіряна оправа книги отримує під час користування нею читачами. Під час інтенсивного читацького навантаження шкіряна оправа може зазнати механічних пошкоджень – у шкірі з'являються тріщини. Для оправи книжок у XVI–XVIII ст. використовувалася шкіра декількох видів: опойок, виросток, саф'ян, юфть, так звана «російська шкіра» та шагренева шкіра. Серед документів минулих століть можна спостерігати використання для оправи книжок шкір свиней, овець, кіз, навіть є шкіра тюленів та інших тварин. Видавниче оформлення оправи книжок, тобто їх зовнішній вигляд, може бути показовим для оцінки якості використаної шкіри. Практика наших науково-прикладних обстежень фондів та літературні дані підтверджують: більш рідкісна книга має і більш вишукану оправу. Зафіксовано, що переважна більшість книг у шкіряних оправах XVI–XVIII ст. були виготовлені з використанням найбільш поширеної телячої шкіри, яка належить до двох видів – опойок чи виросток.

Слід зауважити, що наявність пилу у повітрі сховищ негативно впливає на властивості та збереженість шкіряних оправ. Оскільки до складу пилу входять маленькі частинки волокон, що адсорбують залишки фарб (свинець, залізо, мідь, хром), то пил стає каталізатором процесів окислення і, як наслідок – старіння шкіри. Тому зміцнення конструкції шкіряної оправи



слід розпочинати зі знепилення та очищення документів. Оскільки деякі види шкіри під дією води темніють, рекомендується спочатку зволуженим ватним тампоном перевірити шкіру на потемніння на внутрішньому згині оправи. Якщо шкіра під дією води темніє, то аналогічний аналіз слід повторити з використанням етилового спирту. Для ефективного очищення шкіряного покриття оправи можна застосувати розчин, до складу якого входить жовч, спирт етиловий та вода дистильована у співвідношенні 25 : 25 : 50. Для очищення світлих шкіряних та пергаментних покриттів можна застосувати розчин з етилового спирту, дистильованої води, гліцерину, ланоліну та мила без агресивних добавок.

Для стабілізації та зміцнення конструкції оправ документів у шкіряних та пергаментних оправах зі зниженим показником вологості покривних матеріалів бажано здійснювати їх пом'якшення спеціальними складами. Для більш темних покриттів рекомендується склад на основі рідкого ланоліну, вазелінового масла, бджолиного воску, а для кольорових і світлих більш підходить так звана «британська змазка», тобто склад на основі рідкого ланоліну, масла кедрового, бджолиного воску та гексану.

Для зміцнення шкіряного покриття оправ, уповільнення процесів старіння та руйнації матеріалів внаслідок накопичення сірчаної кислоти їх можна протерти свіжоприготованим 10%-им розчином молочнокислого калію. Пом'якшення та очищення шкіри оправ рекомендується періодично повторювати. Що стосується пергаментних оправ, то внаслідок технології виготовлення у лужному середовищі пергамент зазвичай характеризується підвищеною лужністю. Ця особливість пергаменту надає йому більшу стійкість до дії кислих компонентів повітря (сірчаного ангідриду) порівняно зі шкіряним покриттям, а також до впливу мікроорганізмів, що переважно розповсюджуються у кислому середовищі. Однак ця перевага пергаменту має й певні недоліки, що проявляються у небажаній тенденції пожовтіння пергаментного покриття. Причиною пожовтіння пергаменту є поглинання з повітря сховищ сполук заліза та утворення кольорового гідрооксиду. Характерною особливістю пергаменту є підвищена чутливість до вологості навколишнього середовища, що суттєво знижує його стабільність. Якщо відносна вологість повітря сховищ, де зберігаються документи у пергаментних оправах, становить 40% та менше, пергаментні покриття деформуються, зменшується їх площа, спостерігається осипання фарб, чорнила, позолоти. Ще більші деформації, зморщення аркушів пергаменту спостері-



гаються за підвищення відносної вологості повітря вище 80%. Вбираючи та віддаючи вологу краї пергаментних аркушів та покриттів деформуються особливо інтенсивно. Тому, окрім виконання безпосередньо відновлювальних та стабілізаційних зміцнювальних операцій для книг та рукописів, в конструкції яких застосовано пергамент та шкіру, перш за все рекомендується підтримувати у сховищах, де ці документи зберігаються, нормативні санітарно-гігієнічний та температурно-вологісний режими для уповільнення природного старіння цих матеріалів та подовження терміну використання.

## РОЗДІЛ 4

# БІОЛОГІЧНА СКЛАДОВА

Біологічне пошкодження документів – це двосторонньо спрямований екологічний процес, що виникає внаслідок дії на матеріальну основу та конструкцію оправ документів мікроскопічних грибів (мікроміцетів), ентомологічних шкідників, гризунів, бактерій та інших організмів. Загалом біологічне пошкодження документів можна представити як послідовне протікання таких процесів: попадання на матеріальну основу чи складові оправ (адгезія), взаємодія (колонізація, обростання), пошкодження (руйнування) документів. Зазвичай до біологічного пошкодження фондів призводять недотримання нормативних температурно-вологісного та санітарно-гігієнічного режимів зберігання, а також несвоєчасне виконання ефективних профілактичних заходів біологічної безпеки.

Для недопущення появи та розповсюдження біопошкоджень у бібліотеках важливо виконувати профілактичні заходи в рамках комплексного постійнодіючого екологічного моніторингу приміщень та фондів. Однією зі складових такого екологічного моніторингу можуть бути комплексні науково-прикладні обстеження окремих масивів документів. Періодичність обстежень визначається в кожному випадку окремо і залежить від фактичного фізичного стану документів, наявних ресурсів та інших факторів. Основним результатом цих обстежень можуть стати конкретні рекомендації щодо планування та своєчасної реалізації комплексу відновлювальних операцій.

На нашу думку, планування відновлювальних заходів для документів з незадовільним з різних причин фізичним станом, тобто з ослабленою матеріальною основою, можна схематично подати у такій послідовності:

- по-перше, невідкладних відновлювальних операцій потребують документи, у яких зафіксована деструкція паперу;
- по-друге, необхідно запланувати відновлення документів, що зазнали одночасного впливу і механічного, і біологічного факторів;

- по-третє, передбачити відновлення документів з механічними пошкодженнями книжкового блоку.

Також для документів, які мають ослаблену конструкцію оправи, та книг у м'яких палітурках як профілактичний захід від подальшої руйнації доцільно здійснити відновлення конструкції оправи – виготовити нову тверду оправу, відновити існуючу оправу або застосувати найпростіші індивідуальні засоби зберігання документів зі спеціально підібраних нейтральних матеріалів.

#### **4.1. Мікологічний контроль сховищ та документів**

Проблеми контамінації (забруднення мікроорганізмами) повітря приміщень різноманітного призначення, біодеструкції матеріалів мікроскопічними грибами залежать від багатьох факторів: кліматичних умов; конструктивних особливостей будівель та належної їх експлуатації; якості будівельних та інших матеріалів. Однак серед усього загалу факторів найголовнішим можна вважати видовий склад мікроміцетів, що перебувають у повітрі приміщень, які, власне, можуть за сприятливих умов стати агентами біодеструкції. З огляду на це, моніторинг видового складу мікроміцетів є актуальним завданням саме для бібліотек, адже мікроміцети відомі як активні деструктори матеріальної основи документів. Поряд з цим важливим завданням є не тільки сам моніторинг, а й дослідження найбільш перспективних фунгіцидних засобів, які будуть найактивнішими саме до тих мікроміцетів, що найбільш часто зустрічаються в повітрі приміщень бібліотек. Отже, така стратегія досліджень дозволить науково охарактеризувати проблематику грибної контамінації повітря бібліотечних приміщень та на основі отриманих даних виявити найбільш ефективні заходи контролю та боротьби з небажаним наслідком – мікодеструкцією документів.

#### *Мікроскопічні гриби у повітрі бібліотек*

Стан повітря приміщень окремих установ не завжди відповідає усім нормативним умовам, що є необхідними для зберігання друкованих джерел інформації. Це може бути пов'язано з незадовільним станом приміщень – надмірною зволоженістю повітря і мікологічним пошкодженням їх внутрішніх поверхонь та меблів. Такі пошкодження часто виникають внаслідок аварійних ситуацій, порушення роботи вентиляційних

систем, помилок під час планування та будівництва приміщень бібліотек<sup>12</sup>.

З пошкоджених поверхонь мікроскопічні гриби легко потрапляють у повітря та на книги, де утворюють колонії, а продукти грибного метаболізму можуть забарвлювати пошкоджений папір у різні кольори. Через вплив комплексу ферментів та органічних кислот грибів на матеріали книг (папір, клей, шкіра, фарби) відбувається їх повна або часткова деструкція. Особливо небезпечним є пошкодження рідкісних видань та стародруків, оскільки їх відновлення потребує залучення значного матеріального ресурсу та унікальних фахівців.

Як відомо, більшість мікроскопічних грибів є загрозою для персоналу бібліотек та користувачів, оскільки вони можуть спричиняти розлади людського здоров'я – алергічні реакції, інфекційні захворювання шкіри, волосся, органів дихання, отруєння мікотоксинами. Серед них особливо небезпечно становлять *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes – продуцент стахіботріотоксину та збудник геморагічної пневмонії, види роду *Aspergillus* – *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. versicolor* – продуценти гепатогенних афлатоксинів та збудники мікозів шкіри<sup>13</sup>. Інші види, зокрема *Alternaria tenuissima* S. P. Wiltshire та представники роду *Cladosporium*, здатні спричиняти алергічні реакції, особливо у осіб зі зниженим імунітетом<sup>14</sup>.

Загалом частота трапляння грибів розраховується як відношення загальної кількості ізолятів виділеного виду до числа досліджених проб повітря. За частотою трапляння види поділяються на: домінуючі –  $p > 50\%$ ; ті, що зустрічаються часто –  $p = 30\text{--}50\%$ ; ті, що зустрічаються рідко –  $p = 10\text{--}30\%$ ; випадкові –  $p < 10\%$ <sup>15</sup>. Відбір проб з друкованих джерел інформації проводиться методом відбитків<sup>16</sup>.

Ідентифікація виділених культур проводиться за сукупністю культураль-

<sup>12</sup> Сергеев А. Ю., Сергеев Ю. В. *Грибковые инфекции*. Москва : БИНОМ, 2008. 480 с.

<sup>13</sup> Билай В. И., Коваль Э. З. *Аспергиллы*. Киев : Наук. думка, 1988. 204 с.

<sup>14</sup> Denning D. W., Pashley C., Hartl D., Wardlaw A., Godet C., Del Giacco S., Delhaes L., Sergejeva S. Fungal allergy in asthma-state of the art and research needs. *Clin Transl Allergy*. 2014. Apr. 15; 4:14.

<sup>15</sup> Леонтьев Д. В. *Флористический анализ в микологии*. Харьков : Ранок-НТ, 2008. 110 с.; Мирчинк Т. Г. *Почвенная микология*. Москва: МГУ, 1988. 220 с.

<sup>16</sup> ГОСТ Р ISO 16000-18-2013. *Воздух замкнутых помещений. Обнаружение и подсчет плесневых грибов. Отбор проб осаждением*. Ч. 18 (ISO 16000-18-2011). Москва : Стандартиформ, 2014. 11 с.

но-морфологічних ознак та особливостями конідіогенезу з використанням відповідних визначників грибів вітчизняних та закордонних авторів<sup>17</sup>.

Видові назви виділених культур перевіряються за допомогою інтернет-ресурсів Index Fungorum та Mycobank.

Інформація щодо видів мікроскопічних грибів у повітрі бібліотек дозволяє коректно підібрати фунгіцидні засоби для оброблення уражених приміщень і консервації книг, які зазнали надмірного зволоження.

Також виділені штами мікроскопічних грибів доцільно використовувати як тест-культури для оцінки грибовостійкості паперу та інших матеріалів, які входять до складу рукописних та друкованих джерел інформації.

Досвід НБУВ з гарантування біологічної безпеки приміщень та фондів свідчить про необхідність здійснення систематичного контролю повітря сховищ та документів стосовно забруднення мікроорганізмами, що є необхідними превентивними заходами щодо біологічного фактора. Отримані дані щодо кількості обстежених приміщень НБУВ та бібліотек наукових установ НАН України, відібраних проб та видів виділених мікроміцетів упродовж 2016–2019 рр. наведено у табл.1.

Таблиця 1

### Обсяг проведених досліджень

Рік обстеження	Обстежено приміщень	Відібрано проб	Виділено видів
2016 р.	6	49	34
2017 р.	5	30	30
2018 р.	6	14	30
2019 р.	12	59	41

Із 152 проб повітря сховищ нами було виділено 80 видів мікроскопічних грибів, які належать до 25 родів відділів Zygomycota та Ascomycota.

Дані про видовий склад мікроскопічних грибів, що були виділені з повітря сховищ, проілюстровано на рис.2.

Серед виділених культур мікроміцетів найбільше видове різноманіття виявлено у роду *Penicillium* (9–13 видів), *Aspergillus* (2–8 видів) та *Cladosporium* (3–7 видів). Рід *Acremonium* був представлений 2–3 видами, *Alternaria*, *Botryotrichum*, *Geotrichum*, *Paecilomyces* – 1–2 видами.

<sup>17</sup> Domsch K. H., Gams W., Anderson T-H. *Compendium of Soil Fungi*. Ed. W. Gams, IHW-Verlag, Eching; 2007. 672 p.

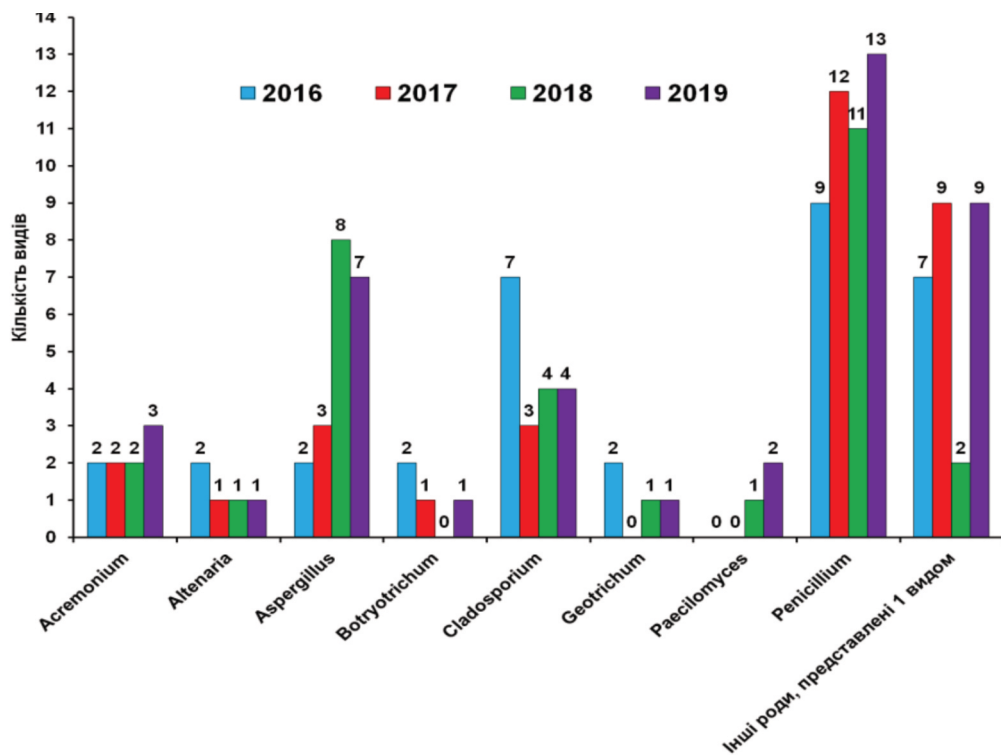


Рис. 2. Видове різноманіття мікроскопічних грибів, що були виділені з повітря бібліотечних приміщень

Поодинокі виявлялися види *Arthrobotrys superba* var. *irregularis* Matr., *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud, *Chrysonilia sitophila* (Mont.) Arx (*Neurospora sitophila* Shear & B. O. Dodge), *Dendryphium cladosporioides* E. & E., *Exophiala moniliae* de Hoog, *Hormiscum punctiforme* v. Höhnelt, *Mortierella isabellina* Oudem. (*Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams), *Mucor plumbeus* Bonord., *M. racemosus* Bull., *Ovularia pulchella* (Ces.) Sacc., *Papularia sphaerosperma* (Pers.) Höhn. (*Arthrimum phaeospermum* (Corda) M.B. Ellis), *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill., *Sporotrichum roseum* Link, *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire, *Torula allii* (Harz) Sacc., *T. monilioides* Corda (*Bispora antennata* (Pers.) E. W. Mason), *Trichothecium roseum* ((Pers.) Link), *Ulocladium chartarum* (Preuss) E. G. Simmons) (*Alternaria chartarum* Preuss).

Різноманітність досліджених мікобіот повітря бібліотечних приміщень була приблизно однаковою, оскільки значення індексу Шеннона становили 1,49; 1,38; 1,41; 1,38 для 2016, 2017, 2018 та 2019 років відповідно.

Слід підкреслити, що отримані дані свідчать про невисокий рівень подібності між видовим складом мікроміцетів, які були виділені з повітря бібліотек у 2016 – 2018 рр. (41,02 – 45,57%).

Певну подібність (56,1%) було помічено нами під час порівняння даних 2018 та 2019 років, що може бути пов'язано з повторним обстеженням деяких приміщень бібліотек наукових установ НАН України.

Переважаюча кількість видів за частотою трапляння була віднесена до випадкових, тому було проведено аналіз даних щодо видів, частота трапляння яких перевищувала 10%.

Результати обстежень наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Особливості видового складу мікроскопічних грибів, що були виділені з повітря бібліотечних приміщень**

№ з/п	Назва виду	Рік	Частота трапляння, %	Кількість виділених ізолятів			
				Літо	Осінь	Зима	Весна
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Acremonium strictum</i> W. Gams ( <i>Sarocladium strictum</i> (W. Gams) Summerb.)	2016	6,1	3	0	0	-
		2017	15,4	-	3	3	0
		2018	21,4	-	0	2	1
		2019	4,1	1	2	-	4
2.	<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	2016	30,6	8	3	4	-
		2017	15,4	-	3	3	0
		2018	85,7	-	8	3	1
		2019	14,3	11	1	-	12
3.	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G. A. de Vries	2016	14,3	4	3	0	-
		2017	18,0	-	6	0	1
		2018	14,3	-	0	1	1
		2019	11,2	12	1	-	6
4.	<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link	2016	12,2	2	4	0	-
		2017	18,0	-	7	0	0
		2018	35,4	-	3	1	1
		2019	16,0	8	4	-	15
5.	<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	2016	18,4	7	1	1	-
		2017	15,4	-	5	0	1
		2018	92,9	-	8	4	1
		2019	15,6	10	5	-	12
6.	<i>Geotrichum candidum</i> Link ( <i>Dipodascus geotrichum</i> (E. E. Butler & L. J. Petersen) Arx)	2016	14,3	7	0	0	-
		2017		Не виділяли			
		2018	7,1	-	0	1	0
		2019	2,4	3	0	-	1

Таблиця 2 (продовження)

1	2	3	4	5	6	7	8
7.	<i>Penicillium brevicompactum</i> Dierckx	2016	4,1	0	2	0	-
		2017	2,6	-	0	0	1
		2018	21,4	-	2	1	0
		2019	1,8	1	0	-	2
8.	<i>P. funiculosum</i> Thom ( <i>Talaromyces funiculosus</i> (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert)	2016	Не виділяли				
		2017	Не виділяли				
		2018	21,4	-	0	0	3
		2019	Не виділяли				
9.	<i>P. terrestre</i> C.N. Jensen ( <i>P. solitum</i> Westling)	2016	4,1	0	0	2	-
		2017	10,2	2	2	0	-
		2018	14,3	-	0	0	2
		2019	Не виділяли				

Примітка: «-» – дослідження не проводилося.

З книг, пошкоджених мікроскопічними грибами, нами було відібрано 56 проб. Виділено 12 видів мікроскопічних грибів, які належали до 5 родів відділу Ascomycota. Серед виділених грибів помічено домінування *A. tenuissima*, *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum* (табл. 3).

Таблиця 3

### Мікроскопічні гриби, що були виділені з пошкоджених книг

№ з/п	Назва виду	Частота трапляння, %
1.	<i>A. tenuissima</i>	60,7
2.	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	1,8
3.	<i>A. niger</i> Tiegh.	3,6
4.	<i>Chrysonilia sitophila</i> (Mont.) Arx ( <i>Neurospora sitophila</i> Shear & B.O. Dodge)	3,6
5.	<i>C. cladosporioides</i>	66,1
6.	<i>C. herbarum</i>	57,1
7.	<i>C. oxysporum</i> Berk. & M.A. Curtis	3,6
8.	<i>C. sphaerospermum</i>	44,6
9.	<i>P. brevicompactum</i>	8,9
10.	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	16,1
11.	<i>Penicillium cyclopium</i> Westling ( <i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx)	1,8
12.	<i>Penicillium raperii</i> G. Sm.	1,8



Видовий склад мікроскопічних грибів повітря бібліотечних приміщень представлено двома групами. До першої групи – «ядра» – віднесено види, які упродовж усіх років спостереження за класифікацією Т. Г. Мирчинк відносили до типових, тобто таких, що траплялися часто, або домінуючих – *A. tenuissima*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* та *C. sphaerospermum*. До другої групи – «супутників» – віднесено всі інші види, присутність яких у повітрі є випадковою.

Вміст мікроскопічних грибів у повітрі бібліотечних приміщень значною мірою залежав від пори року. *Alternaria tenuissima*, *C. cladosporioides*, *Geotrichum candidum* траплялися переважно влітку, *P. funiculosum* – взимку; вміст *C. herbarum* та *C. sphaerospermum*, *Penicillium brevicompactum* істотно зростав навесні та восени, *Acremonium strictum* *P. terrestre* виділяти майже з однаковою частотою трапляння упродовж року. Це може бути пов'язано з різними температурними оптимумами для дослідження мікроскопічних грибів та наявністю доступних природних джерел живлення.

Кількість колонієутворюючих одиниць в усіх приміщеннях, що обстежувалися, не перевищувала умовно прийняту норму 500 КУО/м<sup>3</sup> та становила від 23 ± 2 до 76 ± 6 КУО/м<sup>3</sup> взимку та від 167 ± 12 до 256 ± 23 КУО/м<sup>3</sup> влітку, що збігається з даними інших дослідників<sup>18</sup>.

Дещо схожими були дані, отримані нами під час моніторингу мікологічного стану житлових приміщень м. Києва за період 2007–2015 років.

Так, частота трапляння *A. tenuissima*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* та *C. sphaerospermum* у повітрі квартир житлових приміщень становила 32, 45, 55 та 50%, що в цілому узгоджується з результатами, які були отримані в 2016–2019 роках для бібліотечних приміщень<sup>19</sup>.

Відомо, що домінуючими в мікобіоті архівів та бібліотек Португалії є види роду *Stachybotrys*, *Fusarium*, *Aspergillus niger*, *A. Fumigatus*<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> Яворська Г. В., Білінська І. С., Гнатуш С. О., Осьмак Г. С. Мікробіологічна експертиза повітря приміщень і книг Наукової бібліотеки Львівського національного університету імені Івана Франка. *Біологічні студії*. 2016. Т. 10. № 1. С. 75–88.

<sup>19</sup> Суббота А. Г. Изучение микологического состояния жилых помещений г. Киева. *Тези доповідей науково-практичної конференції «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (одинадцяті марзеевські читання)»*. м. Івано-Франківськ, 8–9 жовт. 2015 р. Івано-Франківськ, Вип. 15. С. 225–228.

<sup>20</sup> Pinheiro, A. C., Macedo M. F., Jurado Saiz-Jimenez C., Viegas C., Brandao J., Rosado L. Mould and yeast identification in archival settings: Preliminary results on the use of traditional methods and molecular biology options in Portuguese archives. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2011. N 65 (4). P. 619–627.

Мікобіота повітря бібліотеки монастиря Ясної гори (Польща) представлена видами *Acremonium strictum*, *Acremonium spp.*, *Alternaria spp.*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Chaetomium elongatum*, *Chaetomium spp.*, *Oidiodendron rhodogenum*, *Geotrichum candidum*, *Oidiodendron truncatum*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium verrucosum*, *Penicillium spp.*, *Ulocladium spp.*, *Walleimia sebi*<sup>21</sup>.

В архівних приміщеннях Куби та Аргентини відмічено домінування мікроскопічних грибів родів *Penicillium* та *Cladosporium*<sup>22</sup>.

У мікобіоті бібліотек м. Вільнюса (Литва) було відмічено домінування представників родів *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*<sup>23</sup>.

За даними української дослідниці-міколога Т. О. Кондратюк, яка досліджувала мікобіоту повітря приміщень у м. Києві, відмічається домінування представників родів *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Ulocladium*<sup>24</sup>. Ці види є звичайними для повітря середніх широт у період з травня до жовтня.

Актуальним для виділення мікроміцетів з повітря бібліотечних приміщень є використання живильних середовищ зі зниженою активністю води. Це пов'язано з тим, що за нормою відносна вологість повітря у будівлях становить 40–60%, а температура – 19–24 °С. Так, італійськими дослідниками під час обстеження низки бібліотек у м. Венеції та м. Мілані з використанням середовища МЕА з додаванням 15% NaCl було встановлено, що у дослідженнях мікобіоти домінували галофільні психротолерантні види роду *Aspergillus* – *A. creber* (55,7%) та *A. protuberus* (25,7%). Частоти трапляння *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum* становили відповідно 0,6 та 0,2%, а *A. tenuissima* не виділяли взагалі<sup>25</sup>.

<sup>21</sup> Harkawy A., Gorny R. L., Ogierman L., Wlazlo A., Lawniczek-Walczyk A., Niesler A. Bioaerosol assessment in naturally ventilated historically library building with restricted personnel access. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2011. N 18 (2). P. 323–329.

<sup>22</sup> Borrego S., Guiamet P., de Saravia S. G., Batistini P., Garcia M., Lavin P., Perdomo I. The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2010. N 64. P. 139–145; Borrego S. Fungi in Archive Repositories Environments and the Deterioration of the Graphics Documents. *EC Microbiology*. 2017. N 11(5). P. 205–226.

<sup>23</sup> Lugauskas A., Krikštaponis A. Microscopic Fungi Found in the Libraries of Vilnius and Factors Affecting their Development. *Indoor and Built Environment*. 2004. N 13(3). P. 169–182.

<sup>24</sup> Кондратюк Т. О., Наконечна Л. Т., Харкевич О. С. Мікроскопічні гриби, виявлені на пошкоджених оздоблювальних матеріалах стін (штукатурці та фарбі) всередині приміщень / Український ботанічний журнал. 2011. Т. 68. № 3. С. 407–419.

<sup>25</sup> Micheluz A., Manente S., Tigini V., Prigione V., Pinzari F., Ravagnan G., Varese G. C. The extreme environment of a library: Xerophilic fungi inhabiting indoor niches. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2015. N 99. P. 1–7.

За даними кубинських дослідників з Національного архіву республіки Куба (м. Гавана) кількість виділених грибів становила 21–84 КУО/м<sup>3</sup>, а домінували представники роду *Penicillium* (73%), *Aspergillus* (42%) та *Cladosporium* (30%). Частота трапляння видів роду *Alternaria* становила лише 10%.

Схожі дані було отримано білоруськими дослідниками під час обстеження приміщень закладів освіти м. Гродно. Відмічалось домінування грибів родів *Alternaria*, *Cladosporium* та *Penicillium*. За таких обставин найбільше видове різноманіття відмічалось влітку<sup>26</sup>.

Індійські дослідники відмічали домінування в мікобіоті повітря бібліотеки коледжу Фергюсона (Пуна, Індія) переважно грибів родів *Aspergillus* (15,30%), *Cladosporium* (12,44%), *Alternaria* (8,63%), *Penicillium* (8,07%)<sup>27</sup>. Щодо видового складу мікроміцетів, які пошкоджують друковані джерела інформації, було виявлено, що частота їх трапляння корелюється з характерними для повітря видами мікроміцетів. Відмічено домінування видів *A. tenuissima* (60,7%), *C. cladosporioides* (66,1%), *C. herbarum* (57,1%) та *C. sphaerospermum* (44,6%).

Отже, за результатами наших досліджень можна зробити висновок про те, що отримані нами дані загалом узгоджуються з даними українських та закордонних дослідників. Для подальших досліджень з моделювання пошкоджень документів мікроскопічними грибами в умовах надмірної вологості та фунгіцидної активності консервуючих речовин нами було рекомендовано культури *A. tenuissima*, *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum*.

Загалом упродовж 2016–2019 років фахівцями НБУВ було досліджено мікобіоту повітря бібліотечних приміщень 29 наукових установ НАН України (м. Київ). Було встановлено, що кількість грибів у повітрі обстежених приміщень не перевищує умовно прийнятої норми 500 КУО/м<sup>3</sup>, а особливо шкідливі для здоров'я людини види *A. flavus*, *A. fumigatus* та *S. chartarum* траплялися випадково. Це свідчить про задовільні умови для роботи працівників бібліотек та їх користувачів у всіх обстежених наукових установах.

<sup>26</sup> Жебрак И. С., Манафова А. М. Сезонная динамика и дифференциация аэромикоты помещений учреждений образования (г. Гродно, Беларусь). *Социально-экологические технологии*. 2018. № 1. С. 88–111.

<sup>27</sup> Thakur V. Air monitoring of fungal spores inside the B. J. Wadia Library, Pune, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015. N 4(4). P. 35–40.

У рамках наших досліджень також було виявлено, що кількість та видовий склад мікроскопічних грибів збільшується відповідно у 7–8 та 1,5–1,7 разів у весняно-літній період порівняно з осінньо-зимовим. Виконані дослідження дозволили встановити, що *Alternaria tenuissima*, *C. cladosporioides*, *Geotrichum candidum* траплялися переважно влітку; *P. funiculosum* – взимку; вміст *C. herbarum* та *C. sphaerospermum*, *Penicillium brevicompactum* істотно зростає навесні та восени. *Acremonium strictum*, *P. terrestre* виділялися майже з однаковою частотою трапляння упродовж усього року.

Нами встановлено, що з 80 видів грибів, які були виділені з повітря бібліотек наукових установ, 71 вид є випадковим, а типовими представниками є такі види: *Acremonium strictum*, *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium brevicompactum*, *P. funiculosum*. Видове різноманіття досліджених мікобіот повітря є приблизно однаковим, а їх подібність у більшості випадків – малоімовірною.

За результатами досліджень можна відзначити ще один цікавий аспект, адже було виявлено взаємозв'язок між видами, що є типовими для повітря приміщень обстежених бібліотек, та видами, які домінували на пошкоджених друкованих документах – *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. sphaerospermum*.

#### **4. 2. Активність антифунгальних препаратів щодо мікрومیцетів-контамінантів бібліотечних приміщень**

На ринку України представлена велика кількість фунгіцидних препаратів, однак їх використання може виявитися неефективним для дезінфекції. Тому після виділення й ідентифікації основних видів грибів-контамінантів повітря бібліотечних приміщень і, відповідно, потенційних біодеструкторів матеріальної основи документів, що зберігаються у бібліотеках, необхідним є підбір ефективних фунгіцидів та їх діючих концентрацій.

Як тест-культури для дослідження нами були використані мікроскопічні гриби з колекції культур грибів відділу фізіології та систематики мікрومیцетів Інституту мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України, а саме *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, що свого часу були виділені з пошкоджених книг і повітря бібліотечних приміщень.

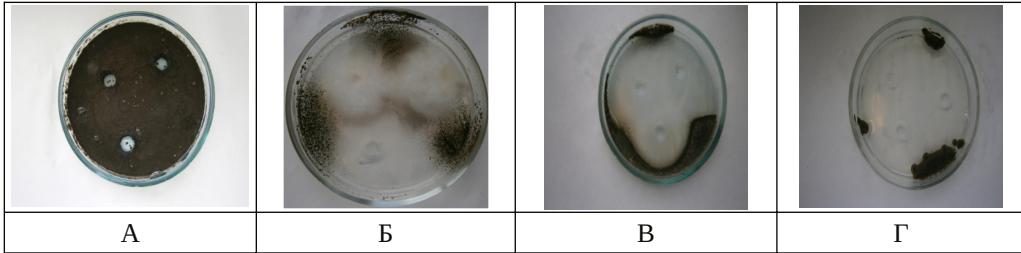


Рис. 3. Антифунгальна дія препаратів на *Cladosporium cladosporioides*:

А – контроль, Б – Triora, В – Helios, Г – Porozid.

У рамках експериментів були досліджені антифунгальні препарати (фунгіциди) Pufas, Triora, Porozid, Fungisan, Helios у концентраціях, що рекомендовані виробником (табл. 4). Ці речовин (четвертинні амонієві сполуки) порушують окисно-відновні процеси у клітині. Ці антифунгальні препарати належать до третього класу небезпеки (помірно небезпечні).

Таблиця 4

#### Антифунгальна активність препаратів

Назва фунгіциду	Діаметр зони затримки росту грибів, мм		
	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Cladosporium sphaerospermum</i>
Pufas	11,4 ± 0,33	12,8 ± 0,67	11,2 ± 0,67
Triora	20 ± 1,33	21 ± 2,33	21,1 ± 2,2
Porozid	24,3 ± 2,67	22,8 ± 2,33	23,9 ± 3,33
Fungisan	16,5 ± 1,33	19,4 ± 1,2	17,6 ± 2,33
Helios	21,7 ± 2,33	23,5 ± 1,67	22 ± 2,33

З наведених в таблиці даних видно, що найменш активними серед досліджених препаратів щодо мікроміцетів виявились фунгіциди Pufas та Fungisan.

Зони затримки росту тест-культур через вплив цих препаратів були в межах 11–19 мм, що відповідає низькому рівню антифунгальної активності. Водночас через дію препарату Pufas на 7-му добу спостерігалось зменшення діаметру зон затримки росту грибів на 2–5 мм, тобто для цього препарату характерною є фунгістатична дія на досліджувані тест-культури. Тоді як усі інші препарати діяли на мікроскопічні гриби фунгіцидно.

Отже, за отриманими даними фунгіцидна активність зростала у такій послідовності: Pufas < Fungisan < Triora < Helios < Porozid. З огляду на це, найбільш активні препарати Porozid, Helios та Triora можуть бути перспективними для застосування у боротьбі з мікроміцетами-контамінантами повітря бібліотечних приміщень.

Однак для отримання більш актуальних даних необхідно провести ще низку додаткових досліджень, зокрема щодо впливу цих препаратів на матеріальну основу документів, які перебувають на постійному зберіганні у бібліотеках. Найбільш активними серед фунгіцидів виявилися Triora, Helios та Porozid. Зони затримки росту мікроміцетів через дію цих препаратів були в межах 20–24 мм (рис. 3). Слід також відзначити, що вказані препарати однаково активно діяли на всі тест-культури, що досліджувалися.

Одночасно досліджувалися інші перспективні сполуки з фунгіцидною активністю. Встановлена значна фунгіцидна активність олігомерних похідних гуанідину щодо зазначених тест-культур (табл. 5).

Таблиця 5

### Фунгіцидна активність різних концентрацій речовини М1\*

№ з/п	Назва виду	Концентрація М1*, %			
		0,5	1,0	3,0	5,0
1.	<i>A. alternata</i>	24,4 ± 1,0	40,0 ± 1,5	55,5 ± 2,0	55,5 ± 2,0
2.	<i>C. cladosporioides</i>	33,3 ± 0,4	51,1 ± 2,5	87,8 ± 3,2	58,9 ± 2,7
3.	<i>C. sphaerospermum</i>	33,3 ± 0,4	70,0 ± 2,8	62,2 ± 2,0	53,3 ± 2,5

\* Примітка: М1 – олігомерна похідна гуанідину, що містить пропан-2,2-диілдибензену хімічну групу.

Згідно з отриманими даними найефективнішою виявилася речовина М1 у концентрації 3%. Менші концентрації речовини – 0,5% та 1%, мали нижчу фунгіцидну активність, а підвищення концентрації до 5% не призводило до зростання інгібування у *A. Alternata*, знижувало пригнічення *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum*.

На думку дослідників НБУВ, таке явище пояснюється зниженням розчинності фунгіциду М1 у воді з підвищенням його концентрації та, як наслідок, послабленням дифузії його в агар і, відповідно, зменшенням його потрапляння до клітин мікроскопічних грибів.

Наступним етапом наших досліджень було порівняння фунгіцидної активності М1 з рядом олігомерних похідних гуанідину, що мали робочі назви J1, М1-ЕДА та М1-ДЕТА. Як еталон фунгіцидної активності використовувався полігексаметиленгуанідин гідрохлорид (ПГМГ), що широко застосовується як біоцидний та консервуючий засіб (табл. 6).

Таблиця 6

### Фунгіцидна активність 3%-х водних розчинів дезінфектантів

№ з/п	Назва виду	Діаметр зон затримки росту, мм				
		J1	М1-ЕДА	М1-ДЕТА	М1	ПГМГ
1.	<i>A. alternata</i>	0,0	21,2±0,3	22,7±0,6	55,5±2,0	55,0±1,6
2.	<i>C. cladosporioides</i>	23,3±0,6	23,6±1,3	22,9±1,5	87,8±3,2	15,3±0,7
3.	<i>C. sphaerospermum</i>	31,1±1,0	22,5±0,6	21,8±0,6	62,2±2,0	12,5±0,5

За результатами експериментів, речовина J1 взагалі не спричиняла інгібування *A. alternata*, однак проявляла помірну фунгіцидну дію щодо *C. cladosporioides* та високу – щодо *C. sphaerospermum*. Речовини М1-ЕДА та М1-ДЕТА мали помірну фунгіцидну активність для тих видів мікроміцетів, що досліджувалися.

Також було встановлено, що речовини М1 та ПГМГ мали високу фунгіцидну активність майже для всіх досліджених ізолятів. Активність еталону ПГМГ була меншою у порівнянні з М1 щодо *C. cladosporioides* та *C. sphaerospermum*, приблизно однаковою – для *A. alternata*.

У такий спосіб, нами була експериментально обґрунтована ефективність деяких комерційних препаратів та фунгіцидної сполуки М1 щодо мікроміцетів-контамінантів повітря приміщень бібліотек.

#### 4. 3. Основні характеристики та способи профілактики розповсюдження ентомофауни у бібліотечних приміщеннях

Серед загальних проблем із забезпечення збереження бібліотечних документів у процесі зберігання особливе місце займає їх захист від ендеоген-





Рис. 4. Схематичне зображення несприятливих чинників, що впливають на збереження бібліотечних документів

них (внутрішніх) та екзогенних (зовнішніх) чинників (рис. 4). Аналіз причин зміни фізичного стану документів у результаті їх зовнішнього пошкодження показав, що в більшості випадків вони зумовлені впливом біологічних факторів. На сьогодні однією з найбільших проблем, з якими стикаються працівники бібліотек, є мікроскопічні гриби, комахи і гризуни.

Причинам пошкодження бібліотечних документів є також порушення режимів їх зберігання, тобто формування у сховищах сприятливого середовища для життєдіяльності біологічних шкідників як живих організмів. На сьогодні документи переважно зберігаються у сховищах з нерегульованим кліматом. Режим зберігання документів у таких приміщеннях має змінні кліматичні параметри повітря залежно від умов зовнішнього середовища, характеристики будівель, особливостей роботи систем енерго- та теплопостачання, зокрема опалення тощо.

Саме тому, на нашу думку, слід враховувати сукупність дії на паперові носії інформації екзогенних та ендогенних чинників, оскільки їх системна дія є найбільш небезпечною для фондів та потребує виконання превентивних заходів.

У цьому розділі увага акцентована на різних біологічних чинниках, що пошкоджують матеріальну основу документів, насамперед на впливі комах та продуктів їхньої життєдіяльності.

#### *Ентомологічний чинник*

Відомо, що комахи за умови їх масового розмноження або міграції здатні за короткий термін завдати великої шкоди бібліотечним документам. Присутність комах у сховищах залежить від наявності необхідних для їх-



нього розвитку поживних речовин, температурно-вологісного режиму та особливостей життєвого циклу комах. Комахи не є специфічними бібліотечними шкідниками сховищ і пошкоджують документи через відсутність природних для них джерел живлення (зерно, борошно, шкіра, хутро, шерсть, деревина тощо). У природних умовах вони зустрічаються в норах гризунів, гніздах птахів, лісовій підстилці, деревині тощо<sup>28</sup>. У документах вони знаходять компоненти живлення, необхідні для їхнього розвитку (рослинні та тваринні клеї, різноманітні матеріали палітурок, папір, шкіру) і можуть успішно розвиватися від яйця до дорослої особини.

Потайний спосіб життя і невеликі розміри комах призводять до того, що вони здатні розвиватися у сховищах упродовж тривалого часу, будучи непоміченими. Тому часто комах помічають у сховищах лише тоді, коли їх кількість і ступінь ураження фондів значні. Особливо велика їх різноманітність і кількість може зустрічатися у сховищах, що розташовані у житлових будинках або поряд з харчовими підприємствами.

Найважливішу роль у боротьбі з ними відіграють профілактичні заходи, а саме: запобігання проникненню біологічних шкідників до бібліотечних сховищ; контролювання внутрішнього середовища сховищ; моніторинг біологічного стану бібліотечних фондів, ідентифікація шкідників, встановлення причин їхньої появи. Знешкодження шкідників має проводитися із застосуванням, за можливістю, безпечних для людини та документів технологій.

За науковими джерелами відомо, що ентомофауна бібліотечних сховищ може нараховувати близько ста видів комах, здатних пошкоджувати бібліотечні фонди, з яких близько тридцяти мешкають у сховищах постійно. Типовими представниками комах-шкідників є жуки (точильники, облудники, шкіроїди, скритноїди тощо), метелики (молі, вогнівки), таргани, терміти, сіноїди (пилова та книжкова воші), лусочниці тощо<sup>29</sup>. Зупинимося більш детально на тих шкідниках, які найчастіше зустрічаються у приміщеннях бібліотек.

*Шкіроїди* складають більшість усіх комах-шкідників у сховищах. Вони налічують близько шістнадцяти видів, які належать до родів *Attagenus*,

<sup>28</sup> Вплив біологічних факторів на збереженість архівних документів : метод. рекомендації / Укрдержархів, УНДІАСД; уклад.: Л. В. Димитрова, В. О. Кітам, О. В. Мельниченко, Н. М. Христова. Київ, 2013. 43 с.

<sup>29</sup> *Насекомые в музеях. Биология. Профилактика заражения. Меры борьбы.* Москва, 2007. 220 с.

*Antrenus*, *Dermestes*, *Trogoderma*, *Thylodrias*. Цих комах можна виявити у сховищах серед документів, під плінтусами, стелажми, дошками підлоги, у щілинах підлоги, стосах книг, скупченнях пилу на підлозі. Шкіроїди не живуть постійно в документах, а використовують їх тільки як джерело живлення. Завдають шкоди як личинки, так і жуки. Основне джерело їх живлення – тваринний та рослинний білки (клей, шкіра, інші комахи). Оскільки шкіроїди харчуються речовинами тваринного походження, у сховищах вони використовують як джерела живлення клей, палітурні матеріали – шкіру, вовну, сукно, шовк тощо. Для виявлення зараження шкіроїдами потрібно постукати блоком книги над чистим аркушем паперу або почистити пензликом простір між корінцем палітурки і книжковим блоком. Із заражених шкіроїдами документів можуть посипатися ліночні шкірки, бурове борошно, живі личинки і жуки<sup>30</sup>. Найпоширенішими представниками шкіроїдів є такі види: шинковий шкіроїд (*Dermestes lardarius*) (рис. 5), шубний (*Attagenus pellio* L.) (рис. 6), шкіроїд Смірнова (*Attagenus smirnovi* Zhant.) (рис. 7), килимовий (*Attagenus unicolor* Brahm.), Шеффера (*Attagenus schaefferi* Herbst), строкатий (*Anthrenus picturatus* Sols.), польський (*Anthrenus polonicus* Mrocz.), фускус (*Anthrenus fuscus* O1.), норичниковий шкіроїд (*Anthrenus scrophulariae* L.), музейний жук (*Anthrenus museorum* L.).

Значної шкоди документам в опалювальних приміщеннях завдають також жуки-точильники<sup>31</sup>. Точильники або шашілі (родина *Anobiidae*) харчуються в основному деревиною. У сховищах вони пошкоджують дерев'яні стелажі та книги. Головним чином шкода завдається личинками, які живуть довше жуків. Про присутність точильників у сховищах можна дізнатися за характерним «цоканням» і легким шерехом, що характерні для личинок. Яскравими представниками цього роду шкідників є меблевий точильник (*Anobium punctatum* Deg.) та хлібний точильник (*Stegobium paniceum* L.) (рис. 8, 9, 10).

Жуки-облудники з родини *Ptinidae* поширені в неопалюваних або дуже холодних сховищах. Пошкоджені облудниками місця оточені павутиною і скупованими ділянками матеріалу. У сховищах зустрічаються такі види: облудник-злодій (*Ptinus fur* L.) (рис. 11), волохатий (*Ptinus villiger* Rtt.), зо-

<sup>30</sup> Биоповреждения архивных документов на бумажных носителях и рекомендации по обеспечению их сохранности : метод. рекомендации. Москва : ВНИИДАД, 1995. 36 с.

<sup>31</sup> Тоскина И. Н. Насекомые – вредители художественных ценностей. Москва, 1998. 38 с.

лотавий (*Ptinus bicinctus* Sturm.) і шовковистий облудники (*Niptus hololeucus* Fald.).

На наш погляд, заслуговує уваги незначна за своєю видовою кількістю група комах, які спричиняють численні руйнівні пошкодження документів на паперових носіях. Так, жуки-чорнотілки (рис. 12) зустрічаються у невеликій кількості, однак здатні пошкоджувати будь-які матеріали, що містять залишки борошна і клею; вони можуть бути занесені до сховищ з ураженими документами, з продуктами і навіть голубами. Відомо, що в опалювальних приміщеннях з сухим мікрокліматом вони не здатні розвиватися, а в неопалювальних приміщеннях з високою відносною вологістю повітря їх розвиток гальмується низькою температурою<sup>32</sup>.

Також у сховищах зустрічаються жуки-скритники (родина *Lathridiidae*) та скритноїди (родина *Cryptophagidae*) – дуже дрібні комахи (рис. 13). Якщо їх виявлено, то це свідчить про підвищену відносну вологість повітря у сховищах, а також про можливість ураження документів мікроскопічними грибами. Вони трапляються в неопалюваних та опалюваних сховищах, часом їхня присутність може бути пов'язана з аварійними ситуаціями.

З лускокрилих або метеликів (*Lepidoptera Linnaeus*) у сховищах зустрічаються молі і зрідка вогнівки<sup>33</sup>. Міль може завдати фондам чималої шкоди. У сховищах можуть зустрічатися дві групи молі, що розрізняються за типом живлення. Зернова, грибна та насіннева споживають тільки речовини рослинного походження. У сховищах вони пошкоджують документи, що проклеєні борошняним клеєм, насамперед палітурки та корінці. Вони можуть бути вторинними шкідниками, розвиваючись у документах, що пошкоджені мікроскопічними грибами. Представники другої групи молей: платтяна (рис. 14), шубна (рис. 15), килимова (рис. 16), меблева – живляться речовинами тваринного походження: натуральним шовком, оксамитом, сукном, волоссям, шкірою. У пошуках необхідних джерел живлення гусениці платтяної і меблевої молей можуть здійснювати великі міграції, прокладаючи собі шлях у речовинах іншого походження. Вони можуть прогризати лляні і бавовняно-паперові тканини, картон, папір, однак ро-

<sup>32</sup> Обеспечение защиты архивных документов на бумажных носителях и помещений архивов от биологических вредителей : метод. рекомендации / сост. Е. Л. Тарасевич ; науч. ред. С. В. Жумарь. Минск : БелНИИДАД, 2006. 80 с.

<sup>33</sup> Полякова, Ж. В. Защита архивных документов от биоповреждений : метод. рекомендации. Москва : ВНИИДАД, 1988. 63 с.

звиватися у цих матеріалах не здатні. Тому пошкодження, що заподіяні цими видами молей, досить великі та охоплюють усі складові документів: рукописи на папері та пергаменті, палітурки зі шкіри, оксамиту, шовку, сукна тощо.

Не буде зайвим ще раз нагадати, що потайний спосіб життя і невеликі розміри комах призводять до того, що вони здатні розвиватися у сховищах упродовж тривалого часу, будучи непоміченими. Отже, інколи комах виявляють у сховищах лише тоді, коли їх кількість значна.

У сховищах можуть зустрічатися окремі види *комах-сіноїдів* (рис. 17, 18) з ряду *Psocoptera* – пилова (*Trogium pulsatorium* L., родина Trogiidae) (рис.19) та книжкова (*Liposcelis divinatorius* Mull., родина Liposcelidae) (рис. 20) воші. Хоча воші безпосередньо папір не пошкоджують, однак, оскільки вони живляться нальотами мікроміцетів, що можуть розвиватися на документах за несприятливих екологічних умов, вони можуть обгризати самі документи, забруднюючи їх, і переносити спори мікроскопічних грибів. Пошкодження, які завдають документам сіноїди, нагадують за зовнішнім виглядом пошкодження, що завдані лусочницями.

Крім типових комах-шкідників у сховищах можуть траплятися і «випадкові» комахи: таргани, мухи, метелики, бджоли, оси, жуки-довгоносики, сонечка тощо. Вони не пошкоджують бібліотечні документи, але їхні останки та екскременти можуть бути джерелом живлення для шкіроїдів, що з часом призводить до збільшення їхньої популяції та пошкодження документів.

*Звичайна лусочниця, цукрова лусочниця або звичайна лусківниця* (лат. *Lepisma saccharina*) (рис. 21) проникають у сховища з житлових будинків і складських приміщень. Вони також відомі як шкідники книг і рукописів. Лусочниця виїдає чорнило, пошкоджуючи разом з текстом і верхній шар паперу, малюнки з акварельними фарбами, географічні мапи тощо. Поживним середовищем для лусочниці є клей, віскоза, шкіра, целюлоза. Пошкоджені нею місця виглядають як стерті, зіскоблені або навіть витравлені, з «мармуровим» або «рельєфним» малюнком. Вона може вигризати золоте тиснення на палітурках, пошкоджувати шовк, вовну і шкіру (рис. 22). Під час масового розмноження лусочниця звичайна завдає великої шкоди фондам<sup>34</sup>.

<sup>34</sup>Володіна О. П. *Захист архівних документів від пошкодження комахами* / Держкомархів України. УНДІАСД. Київ, 2007. 30 с.

У сховищах можуть зустрічатися *чорний і рудий таргани (прусак)* (рис. 23). Вони не живуть у документах постійно, а приходять туди харчуватися клеєм, папером, пергаментом, тканинами, шкірою. Водночас вони сильно забруднюють документи своїми екскрементами, пошкоджують палітурки і папір, вищипуючи з їх поверхні окремі ділянки (рис. 24).

Отже, підсумовуючи ентомологічне різноманіття комах-шкідників у бібліотечних сховищах, умовно їх можна розділити на три основні групи залежно від виду матеріалів, які вони пошкоджують:

- комах – шкідники деревини;
- комах – шкідники кератино- і колагеновмісних матеріалів (вовна, хутро, волосся, щетина, шкіра, пір'я тощо);
- комах – шкідники книг, крохмалевмісних матеріалів і паперу.

Велике значення у життєдіяльності комах відіграють кліматичні фактори навколишнього середовища – температура і вологість повітря. Температура впливає на активність комах, їх поширення, а підвищена вологість у приміщеннях сприяє їх розмноженню і збільшенню популяцій личинок. Тому контроль температури та вологості повітря є невід'ємною складовою запобігання розповсюдженню ентомологічних шкідників у бібліотечних приміщеннях<sup>35</sup>.

На нашу думку, для попередження пошкодження фондів комахами необхідно не лише знати шляхи їх проникнення у сховища, а й виконувати необхідні превентивні заходи з метою профілактики розповсюдження ентомофауни у приміщеннях бібліотек.

Оскільки біологічне пошкодження легше попередити, ніж врятувати вже пошкоджені матеріали, особлива увага надається питанням біозахисту. Проблема захисту бібліотечних документів від пошкоджень комахами вирішується завдяки застосуванню комплексу *запобіжних чи знешкоджувальних заходів*. На сьогодні перевага надається запобіжним заходам, а знешкоджувальні застосовуються у разі крайньої потреби, оскільки вони потребують не лише більших зусиль і матеріальних витрат, але й мають лише тимчасовий ефект і не завжди убезпечують документи від повторного ураження.

Профілактичні заходи є основою системи заходів щодо захисту документів від біопошкоджень. Вони спрямовані на дотримання необхідних

<sup>35</sup> Привалов В. Ф. *Обеспечение сохранности архивных документов на бумажной основе: метод. пособие*. Москва : ВНИИДАД, 2003. 112 с.

умов зберігання бібліотечних фондів, що унеможливило ураження їх ентомологічними шкідниками. Однією з основних передумов недопущення біологічного пошкодження документів, будівель, приміщень і обладнання сховищ є дотримання нормативного санітарно-гігієнічного режиму. Він передбачає забезпечення чистоти приміщень сховищ і документів шляхом проведення регулярного прибирання сховищ, знепилювання документів, організації щомісячних санітарних днів<sup>36</sup>.

Належні чистота та порядок на території, що оточує бібліотечні будівлі, також є невід'ємною частиною профілактичних заходів. Ці заходи перешкоджають проникненню комах і гризунів у робочі та підсобні приміщення, у санвузли (до джерел води і поживного середовища). На території навколо будівель бібліотек не повинно бути сміттєвих ящиків, куп сміття, харчових відходів, звалищ, собачих будок, голуб'ятень, які також є джерелами поширення шкідливих комах і гризунів. Господарські приміщення, гаражі та інші підсобні споруди, що знаходяться на території будівель бібліотек, підлягають регулярному прибиранню. Під час озеленення території бібліотек не слід висаджувати дерева і чагарники, які приваблюють комах, насамперед шипшину, глід, горобину. Харчуючись пилком і нектаром квіток цих рослин, комахи можуть згодом залітати до приміщень бібліотек.

Під час надходження документів на державне зберігання та переміщення фондів у інші сховища з метою профілактики біопшкодження мають проводитися спеціальні санітарно-гігієнічні заходи. Для уникнення занесення шкідників до сховищ усі документи, що надходять до бібліотек, слід направляти до спеціального приміщення – ізолятора. В ізоляторі їх необхідно знепилити, а за необхідності, очистити від забруднень, а також обстежити з метою виявлення можливих пошкоджень для подальшої стабілізації.

Щоб уникнути занесення до сховищ біологічних шкідників, ця процедура, на наш погляд, повинна здійснюватися у такій послідовності:

- виявлення та ізоляція документів, уражених біологічними шкідниками;
- організація переміщення документів тільки після проведення необхідних запобіжних та знешкоджувальних заходів (за виявлення біологічних пошкоджень);

<sup>36</sup> Егоров В. П., Слинков А. В. *Обеспечение сохранности, реставрация и консервация документов* : учеб. пособие. Москва : Юридический институт МГУ ПС (МИИТ), 2014. 238 с.

- висушування сховищ перед розміщенням у них фондів до нормативно-го режиму вологості повітря не більше 55%;
- виділення двох окремих приміщень для санітарно-гігієнічного оброблення документів, які переміщуються (в одному проводиться знепилювання, висушування, дезінсекція документів, пошкоджених біологічними шкідниками, в іншому – непошкоджених документів);
- здійснення переміщення документів за межі бібліотек за сприятливих погодних умов;
- обов'язкова акліматизація документів, які тривалий час зберігалися в сирих неопалювальних приміщеннях.

Невід'ємною складовою підтримання санітарно-гігієнічних заходів у бібліотечних приміщеннях є дотримання показників нормативного температурно-вологісного режиму, що також не дозволяє розвиватися біологічним шкідникам. У приміщеннях сховищ повинна підтримуватися температура  $18 (\pm 2)^\circ\text{C}$  і відносна вологість повітря  $55 (\pm 5)\%$ , що гарантує мінімальні зміни фізико-хімічних властивостей паперу документів, тобто їх задовільну збереженість. Для документів, виготовлених повністю на пергаменті та шкірі, відносна вологість повітря має становити  $60 (\pm 5)\%$ . У приміщеннях з нерегульованим кліматом рекомендується встановлювати кондиціонери, зволожувачі або осушувачі повітря тощо.

Великого значення для забезпечення захисту бібліотечних документів від ентомологічних шкідників набуває регулярне вимірювання кліматичних параметрів повітря у сховищах, реєстрація цих показників у спеціальних журналах чи електронних базах даних. Температурний контроль є необхідним для своєчасного виявлення змін та вжиття заходів з метою оптимізації температурно-вологісного режиму. На підставі цих кліматичних показників у сховищах можна прогнозувати можливість пошкодження документів ентомологічними шкідниками, масштаби пошкоджень і навіть видовий склад комах-шкідників.

Ентомологічні обстеження базуються на особливостях біології комах й ураховують їхню реакцію на світло, вологість тощо. Для визначення зараженості сховищ комахами-шкідниками спочатку оглядають підвіконня, поверхні рам, стіни біля вікон та стелю: тут можуть знаходитися личинки шкіроїдів строкатого та фускусу. Після цього оглядають підлогу біля вікон та у проходах між стелажми, оскільки жуки скупчуються поблизу пошкоджених ними документів. Якщо серед знайдених комах багато жуків-



скритників чи скритноїдів, то можна передбачити, що сховище і документи характеризуються підвищено вологістю, яка може призвести ще й до мікологічного ураження.

Визначити «нові» та «старі» пошкодження документів може тільки фахівець-ентомолог з великим практичним досвідом. У разі виявлення пошкоджень оглядаються документи, які знаходяться поруч, а також на найближчих полицях та стелажах. Висипання “бурового борошна” можна виявити також у коробках і на стелажах з документами. Знайдених комах за допомогою пензликів, ватних тампонів збирають у скляні банки чи пробірки (рис. 25). Зібраний матеріал передають фахівцям-ентомологам, які роблять висновок про видовий склад шкідників і консультують щодо заходів боротьби зі шкідниками та профілактики їхнього розповсюдження (рис. 26).

У разі виникнення необхідності точної діагностики виду шкідників за відсутності у бібліотеках фахівців-ентомологів, доцільно звернутися до біологічних закладів, де є ентомологічні відділи, кафедри чи інші підрозділи відповідного профілю.

Для виявлення біопошкоджень, що були спричинені комахами-шкідниками, визначення причин їх появи і вибирання заходів щодо біозахисту необхідно, насамперед, обстежити документи, які знаходяться поблизу виявленого скупчення комах. У разі виявлення заражених документів слід також оглянути документи, що знаходяться на прилеглих полицях і стелажах. Документи та засоби їх зберігання з ознаками пошкодження біологічними шкідниками необхідно негайно ізолювати, загорнувши в папір, і перемістити в окреме приміщення для подальшого оброблення.

Документи, які зазнали негативного впливу комах-шкідників, після проведення необхідних заходів з дезінфекції, дезінсекції, висушування і знепилювання повертаються у сховище на місце постійного зберігання. Для підтримання безпечного біологічного режиму для документів, що пройшли дезінфекційне оброблення, можна рекомендувати здійснення таких операцій: реестрування у картці фізичного стану фондів із зазначенням характеру пошкодження (мікроміцети, комахи); деталізацію ступеня пошкодження (поверхневе або глибинне); визначення виду дезінфекційного оброблення і дати його проведення.

Сучасна практика забезпечення ентомологічного захисту бібліотечних документів базується на комплексному підході до боротьби зі шкідниками.



Чинне місце у забезпеченні збереження документів відіграють такі превентивні заходи: запобігання потраплянню комах до бібліотечних приміщень; регулярні ентомологічні обстеження; встановлення причин та джерел появи шкідників.

До превентивних (*запобіжних*) заходів боротьби з комахами для унеможливлення пошкодження ними документів належать також використання деяких речовин, а саме: репелентів, антифідантів, атрактантів, а також пасток різних типів<sup>37</sup>.

Отже, *репеленти* – хімічні речовини, які *відлякують комах*. Як репеленти проти жуків-шкіроїдів можна рекомендувати такі препарати, як диметилфталат, ДЕТА, ребемід, камфору.

Відомо, що проти молі можна застосовувати рослинні ефірні олії (лавандову, евкалиптову чи гвоздичну), камфору та препарати, до складу яких входить парадихлорбензол (ПДБ): антималь, німаль (разом з речовиною ізоборнеолом), молемор, дезмаль (разом з дихлофосом). Проти шкіроїдів (зокрема шкіроїда строкатого та шкіроїда Смірнова) застосовуються карбоксид та ребемід, проте вони спричиняють пожовтіння білого хутра та вовни. Ці репеленти застосовуються у вигляді таблеток і пластин. Такі пластини можуть закладатися у сховищах у шафи двічі на рік проти молі і жуків-шкіроїдів.

*Пастки* використовуються для первинного виявлення та наступного контролю кількості шкідників. Насамперед пастки ефективні для зменшення кількості імаго комах, а не для личинок. Тому використанням пасток не забезпечується швидке та повне знищення популяції шкідників. Однак регулярне використання різних типів пасток є одним з найпростіших і, водночас, досить ефективним заходом, який дозволяє суттєво знизити кількість шкідників у приміщеннях. Одними з найефективніших є *феромонні пастки*, які містять феромони самиць, що приваблюють самців. Знищення самців унеможливорює подальший розвиток популяції шкідників. Існують також пастки, у яких замість феромонів приманкою служать харчові речовини (*атрактанти*). Досить ефективними є *світлові пастки*, у яких встановлені лампи з ультрафіолетовим випромінюванням, що приваблює літаючих комах. Жуки-шкіроїди, молі та інші комахи, які прилітають до пас-

<sup>37</sup> Бідзіля О. В., Митківська Т. І. *Захист музейних предметів від пошкодження комахами* : Методичні рекомендації. Київ : Національний науково-дослідний реставраційний центр України, 2016. 40 с.

ток, знешкоджуються і падають на спеціальний піддон. *Клейові пастки* з харчовою приманкою та *віконні пастки* можуть також широко використовуватися у приміщеннях для первинного виявлення та зменшення кількості молі, шкіроїдів та решти повзучих та літаючих шкідників. Водяна віконна пастка не потребує особливих затрат, її можна виготовити з лотка з мильним розчином, над яким є скло. Комахи, що летять на світло, вдаряються у скло і падають у лоток.

*Антифіданти* – речовини, що викликають у комах відразу до поживних речовин. Для жуків-шкіроїдів як антифідант може бути використана така речовина, як карбоксид.

На відміну від антифідантів атрактанти приваблюють комах. Відомо, що тварини виділяють в навколишнє середовище статеві атрактанти (феромони). Харчові атрактанти стимулюють живлення. Харчовими атрактантами для молі й більшості жуків-шкіроїдів у сховищах є жирові і білкові забруднення документів та приміщень, а для видів родів *Attagenus* і *Anthrenus* – запах деяких квітів. От чому у сховищах не має бути ніяких рослин. Статеві атрактанти застосовуються у пастках проти сільськогосподарських шкідників. За науковими джерелами відомо, що є пастки з синтезованими феромонами жуків-шкіроїдів і деяких молей.

На сьогодні *знешкоджувальні заходи* (дезінфекція, дезінсекція, дерати-зація) залишаються основними у комплексному біозахисті бібліотечних фондів. Дезінсекційні заходи в умовах сховищ можна проводити різними методами: механічним, хімічним, фізичним тощо. Для знищення вологолюбних видів комах (сіноїдів, жуків-скритників та скритноїдів) ефективним заходом є нормалізація вологості повітря і документів. У випадку пошкодження документів жуками-шкіроїдами доцільно використовувати механічний метод знешкодження (рис. 27).

Хімічні методи знешкодження комах є найбільш поширеними і ефективними, найчастіше вони застосовуються у вигляді газів, порошків, розчинів, аерозолів тощо. Хімічні методи передбачають використання проти шкідників хімічних речовин – інсектицидів, що є смертельними для комах. Залежно від шляхів проникнення в організм комах інсектициди умовно поділяють на три групи: дихальні, кишкові та контактні. Дихальні діють на комах через органи дихання, кишкові – потрапляють до організму комах разом із їжею, контактні – проникаючи до організму комах через поверхневі покриви. Деякі хімічні речовини мають комбіновану дію. Найсут-

тевіші недоліки хімічних методів дезінсекції – токсичність для людей та забруднення довкілля. Проте часто інсектициди є незамінними за необхідності оперативного рятування документів та експонатів. Серед великої кількості інсектицидів найширшого застосування набули препарати на основі синтетичних піретроїдів, парадихлорбензолу, фосфідних речовин тощо. Через те, що у комах під час тривалого застосування будь-якого препарату виробляється резистентність (стійкість), необхідно періодично змінювати засоби боротьби з ними, застосовуючи нові, ефективніші препарати. Особливо це стосується жуків-шкіроїдів, які порівняно з іншими комахами-шкідниками мають підвищену стійкість до контактних інсектицидів і швидко адаптуються до нових хімічних препаратів.

До фізичних методів дезінсекції, що застосовуються у бібліотечній практиці, належать гамма-випромінювання, струми високої частоти, екстремальні температури, модифіковані газові середовища (рис. 28). Фізичні методи екологічно безпечніші, ніж хімічні, вони дозволяють обробляти одночасно велику кількість обладнання, експонатів і, можливо, документів. Також слід пам'ятати, що фізичними методами дезінсекції не забезпечується пролонгований ефект, тому після оброблення документів чи експонатів вони повинні зберігатися за нормативних показників температури та відносної вологості повітря.

За науковими джерелами відомо, що ефективним засобом боротьби з комахами, який не шкодить документам, є виморожування. Застосування низьких температур, тобто виморожування, є одним з найстаріших методів боротьби з комахами. У минулі століття виморожування помешкань узимку було чи не єдиним способом позбутися тарганів, бліх та інших комах. У наш час виморожування речей також використовується у побуті для боротьби з міллю. Перевагами цього методу є простота, доступність та екологічна безпека. Проте необхідно враховувати, що виморожування мало ефективне для інших видів точильників (північного, домового, червононогого). Серед шкіроїдів найбільш стійкими до виморожування є норичниковий, килимовий та польський шкіроїди. Для їхнього знешкодження необхідно застосовувати виморожування за температури мінус 20°C упродовж 1–2 тижнів. Найбільш вразливими до низьких температур є шкіроїд Смірнова та коровяковий. Головним елементом обладнання для застосування цього методу є морозильна камера (як окрема, так і в корпусі холодильника), у якій підтримується температура до мінус 32°C. Об'єм камери підби-

рається залежно від розмірів та приблизної кількості об'єктів, що підлягають обробленню. Основними супутніми матеріалами є поліетиленові пакети різного розміру, двошарова поліетиленова плівка.

Температури вище  $+50^{\circ}\text{C}$  є згубними для більшості комах-шкідників. Однак високі температури негативно впливають також на більшість об'єктів через усадку та пересушування, що накладає суттєві обмеження для широкого застосування цього методу. Високі температури застосовуються здебільшого, для боротьби з міллю (для дезінсекції предметів із фетру, килимів, тканини тощо). Оброблення слід проводити упродовж кількох годин за температури повітря від  $+70$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ . Використання спеціальних термокамер с автоматичним контролем вологості дозволяє значною мірою знизити негативний вплив пересушування. За рекомендаціями Консультативного центру Британської бібліотеки (Preservation Advisory Centre, British Library) книги, які не мають фотографій та інших чутливих до перегрівання елементів, можуть утримуватися упродовж 24 годин у спеціальній термокамері.

Для боротьби з міллю широко застосовується метод просушування на відкритому повітрі без застосування спеціального обладнання. Уражені об'єкти упродовж 4–5 годин бажано витримувати удень у тіні, оскільки більшість з них негативно реагує на прямі сонячні промені. Просушування здійснюється наприкінці весни – на початку літа, коли сонячне випромінювання максимальне, а атмосфера найпрозоріша.

З наукових джерел відомо, що найпопулярнішими на сьогодні є методи і технології, пов'язані з модифікованими газовими середовищами, вони досить інтенсивно розробляються і використовуються у світі. Модифіковані газові середовища зі зниженим вмістом кисню або підвищеним вмістом інертного (азоту, аргону) чи вуглекислого газів – ефективний, дуже перспективний, однак високовартісний метод знешкодження комах-шкідників. Беззаперечною перевагою цього методу є його безпечність для людини та водночас висока ефективність для знешкодження шкідників. Під час таких оброблень комахи знищуються у будь-якій фазі розвитку (досліджувалися міль, шкіроїди, хлібні точильники) і не завдається шкода документам та обладнанню. Суть методу полягає в тому, що в спеціальних камерах за допомогою відповідного обладнання створюється атмосфера, у якій концентрація кисню зменшується до 0,3–0,1% за рахунок заміщення його азотом, аргонном або вуглекислим газом. Лідером цього напрямку, що розробив

унікальні технології і обладнання для дезінсекції і дезінфекції документів у бібліотеках, є відома англійська фірма «RENTOKILL», яка пропонує широкий спектр послуг та відповідного обладнання.

Цей метод використовується відносно недавно, тому вплив модифікованих газових середовищ на об'єкти, що обробляються, ще недостатньо досліджений. У більшості випадків негативних наслідків не було зафіксовано. Відомо лише, що азот призводить до знебарвлення тканин, що пофарбовані берлінською лазур'ю. Тому використання вуглекислого газу, що заміщує кисень, вважають безпечнішим. Середовища з підвищеним вмістом азоту та вуглекислого газу застосовуються для дезінсекції книг та документів. Уражені предмети витримуються у середовищі, яке містить понад 99,7% азоту, упродовж 4–5 тижнів за температури 15–20°C або 1 – 2 тижні за температури 20–25°C. Є відомості про ефективне оброблення етнографічних предметів та виробів із пап'є-маше, уражених міллю, шкіроїдами та хлібним точильником, у газовому середовищі з такими параметрами: кисень – 0,5%; CO<sub>2</sub> – 15%; азот – 84,5% за температури 24°C, відносної вологості повітря 60%. Висока вартість необхідного обладнання накладає суттєві обмеження на широке застосування модифікованих середовищ. В Україні проводити дезінсекцію різних об'єктів у середовищі з підвищеним вмістом азоту запропонували фахівці Інституту промислових технологій, який належав Корпорації УНК «Укравтосільгоспмаш». Ще одним різновидом модифікованих газових середовищ, летальним для комах, є вакуумне середовище, але його вплив на об'єкти не є цілком безпечним. Проте фахівці Консультативного центру Британської бібліотеки для дезінсекції невеликих за розміром книг рекомендують застосування так званих утилізаторів кисню, які є хімічними речовинами, що здатні видаляти кисень із повітря. Упаковку з такою речовиною розкривають у поліетиленовому пакеті з книгою, пакет щільно закривають. Термін експозиції розраховується згідно з інструкцією. Найвідомішими є утилізатори кисню торгових марок Agelles та ZerO2.

Механічні способи боротьби частіше застосовуються не самостійно, а в поєднанні з іншими методами – фізичними або хімічними. До механічних методів належить ручне збирання комах з подальшим їх знищенням. Механічні методи не вважаються ефективними для знищення популяцій шкідників. Фумігація є єдиним засобом знищення комах, розвиток яких проходить у товщі палітурки. Однак вона може бути не завжди ефективною у ви-

падку зараження документів шкіроїдами. Личинки шкіроїдів дуже рухливі, в пошуках живлення вони розповзаються по сховищах. Крім того, яйця багатьох шкідливих жуків дуже стійкі до виморожування. Тому після виморожування документів доцільно застосовувати ще й механічний метод боротьби, суть якого полягає у ручному очищенні документів від шкідників та їхніх залишків.

Для ручного очищення документів їх розкривають та постукують нижнім обрізом над чистим аркушем паперу. Якщо в документах ховаються личинки шкіроїдів, то внаслідок стукання вони можуть висипатися на аркуш паперу, як і їхні шкурки чи мертві особини. Простір між корінцем палітурки та блоком чистять вузьким плоским пензликом. Коробки, в яких зберігаються документи, також потрібно почистити пензликом чи щіткою над аркушем паперу. Регулярне, не рідше одного разу на 10 днів, прибирання приміщень за допомогою пилососа приводить до зниження кількості личинок жуків-шкіроїдів, які знаходяться в щілинах підлоги (особливо паркетної), під плінтусами, за шафами та в інших важкодоступних місцях. Бажано використовувати пилососи з водяними фільтрами. Після закінчення чищення все сміття необхідно утилізувати.

Механічне оброблення сховищ є поширеним засобом боротьби з комахами-шкідниками усіх видів. Збирання комах проводиться у той час, коли у сховищі наявна найбільша їхня кількість. Найчастіше це період з квітня до червня включно. Бажано збирання комах-шкідників проводити декілька разів. Коли кількість комах під час збирання суттєво зменшиться, збирання припиняється. Таке механічне очищення сховищ сприяє зменшенню кількості комах, а іноді повністю ліквідує їх популяції.

Дезінсекція приміщень проводиться зазвичай у такій послідовності: спочатку збирають комах у приміщенні, потім здійснюється ретельне санітарне прибирання<sup>38</sup>.

Положеннями стандарту з консервації документів рекомендується проводити дезінсекцію приміщень інсектицидами класу синтетичних піретроїдів. Вони містять такі активні речовини: альфаметрин, дельтаметрин, неопінамін, перметрин, циперметрин тощо. Найчастіше застосовується перметрин у вигляді спиртового розчину або порошку, адже цей малоток-

<sup>38</sup> ДСТУ ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги (ГОСТ 7.50-2002, IDT). [Чинний від 2007-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 16 с.

сичний для людей препарат широко використовується у побуті в усьому світі.

Слід зазначити, що гази, які застосовуються для дезінсекції, не захищають документи і обладнання від нового зараження, однак парадихлорбензол має деяку залишкову дію. Спеціальні порошки, аерозолі та рідкі інсектициди мають більш пролонговану дію.

Дезінсекція приміщень сховищ проводиться фумігантами або частіше контактними чи кишковими отрутами, якими обробляється вся площа підлоги, плінтуси, вікна, підвіконня, стіни на висоту 1,5 м і поверхні дерев'яних стелажів та шаф. Інсектициди можуть бути у вигляді розчинів або в аерозольних упаковках. Для цієї мети можна використовувати побутові інсектициди, бажано з тривалою залишковою дією. Перед обробленням інсектицидами сховища очищаються від сміття і пилу. Оброблення проводиться згідно з інструкціями із комплекту поставки препаратів. Узимку доцільно збільшити дозу інсектицидів. Після цього сховища добре провітрюються, здійснюється прибирання із застосуванням 3–5% розчину аміаку. У разі виявлення шкідників після дезінсекції вона повторюється через 2–3 тижні. Після дезінсекції упродовж 7–10 днів не рекомендується робити вологе прибирання сховищ.

Комахи можуть бути виявлені в нових надходженнях документів до бібліотек. Нові надходження необхідно знезаразити перед внесенням у сховища, інакше вони стануть джерелом зараження інших фондів і самих сховищ. У всіх цих випадках заходи знешкодження комах-шкідників можуть бути досить різноманітними.

Роботу з інсектицидами необхідно здійснювати згідно з інструкціями, які до них додаються. Оброблення слід проводити з дотриманням заходів індивідуальної безпеки; для захистення органів дихання, шкіри та очей використовується спеціальний одяг (халати, шапочки, фартух з прогумованої тканини, гумові рукавички), окуляри та респіратори.

Для боротьби з гризунами (*дератизація*) застосовуються механічний і хімічний методи. Механічний метод (розміщення різних пасток в місцях проживання гризунів) є найбільш простим і доступним для зберігачів фондів. Якщо ж цим методом не вдається позбутися гризунів, доводиться застосовувати хімічний метод. Для цієї мети використовуються зоокумарин, фосфід цинку і сціллан. Принади, отруєні цими речовинами, розкладаються на шляху пересування гризунів. Ці препарати токсичні для людини.



Тому працювати з ними можуть тільки фахівці спеціальних установ, яких і слід викликати в разі безуспішного застосування пасток.

Насамкінець слід додати, що знешкодження всіх ентомологічних шкідників, які можуть зустрічатися у бібліотечних приміщеннях, має проводитися із застосуванням, за можливості, безпечних для людини та документів методів та технологій.

Отже, успішність вирішення завдань забезпечення довготривалого зберігання бібліотечних фондів базується на комплексній об'єктивній оцінці стану екзогенних та ендогенних чинників, які здатні пошкоджувати документи. На наш погляд, рівень обізнаності і бібліотекарів, і консерваторів з питань біологічної безпеки, організації нормативних розміщення та зберігання документів має велике значення для збереження бібліотечних фондів у несприятливих екологічних умовах.



## ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА

У комплексі заходів для забезпечення збереження документів екологічна складова визначається оцінюванням рівня екологічного та техногенного впливу навколишнього середовища на матеріальну основу документів, тобто методом фіксування гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин (пил, сірчистий ангідрид, діоксид азоту та хлор) у повітрі приміщень бібліотек. Оскільки, на нашу думку, забезпечення фізичної сталості матеріальної основи бібліотечних документів на паперових носіях в умовах негативного впливу навколишнього середовища завдання багатofакторне, для вирішення цього завдання вкрай важливим є цілеспрямоване виконання превентивних заходів, насамперед дотримання нормативних умов зберігання, а саме: підтримання температурно-вологісного, світлового та санітарно-гігієнічного режимів.

### *5.1. Кліматологічна домінанта*

На фонди, які зберігаються у бібліотеках, безперервно впливають природні фактори, такі як температура та вологість атмосферного повітря, освітленість, шкідливі домішки та мікроорганізми. Фізико-хімічні зміни, які відбуваються з документами, посилюються під впливом фарб, чорнил також схильних до старіння. Природні та синтетичні полімери, що становлять матеріальну основу документів, постійно та поступово розкладаються, а саме відбувається процес деполімеризації целюлози, при цьому змінюється їх якісно-кількісний склад, морфологічні та фізико-хімічні властивості. Одночасно з розпадом макромолекул на дрібніші фрагменти може протікати і процес з'єднання цих фрагментів, званий «зшивкою», який також призводить до зміни хімічної будови і структури складових речовин. Хімічний, механічний і біологічний характер руйнівних реакцій відрізняється залежно від типів і складу самої матеріальної основи документів. Отже, лише суворе дотримання нормативних умов зберігання бі-

бібліотечних фондів, насамперед підтримання температурно-вологісного режиму, може уповільнити ці процеси.

Температурно-вологісний режим зберігання фондів суттєво впливає на інтенсивність, швидкість та обсяги протікання усіх цих руйнівних процесів. Недарма положеннями стандарту з консервації документів визначені параметри температури ( $18\pm 2$ )°C і відносної вологості повітря ( $55\pm 5$ )% у сховищах та інших приміщеннях бібліотек, де зберігаються документи на паперових носіях. Якщо температура та відносна вологість повітря одночасно підвищуються і суттєво перевищують нормативні вимоги, то процеси природного старіння паперу стрімко пришвидшуються. Через здатність легко поглинати і віддавати вологу більшість матеріалів, зокрема й папір, за помітних добових коливань температури і вологості піддаються частим змінам набухання і стиснення. Наслідком таких змін є деформації матеріальної основи документів (викривлення, зморшкуватість, складчастість), відшаровування чорнил. Папір деформується, збільшуючись у розмірі, жовтіє, знижується його механічна міцність, створюються умови для мікологічного ураження. Під час подальшого висихання залишкова деформація викликає викривлення або хвилястість паперу. Якщо за підвищеної температури вологість повітря низька, папір частково втрачає вологу, стає менш еластичним, більш ламким. Сухий папір за підвищення вологості повітря знову поглинає вологу, але менше, ніж втратив під час висихання. Небезпечним є зниження відносної вологості повітря менше 30%, оскільки і шкіра, і папір втрачають структурно (хімічно) зв'язану вологу, відновити яку практично неможливо.

Так само на режими зберігання бібліотечних фондів суттєво впливають кліматичні умови місцевості, де розташована та чи інша бібліотека, насамперед якщо мікроклімат у їх сховищах є нерегульованим. На жаль, у більшості бібліотек України мікроклімат у сховищах залишається нерегульованим.

Сьогодні клімат зазнає істотних змін через глобальне потепління. Тому і в Україні суттєво змінюються температурний та вологісний режими, а клімат уже став менш континентальним. Зростання температури фіксується упродовж усього року. Середньорічна температура у м. Києві зросла на 1,6°C. Також можна відзначити нерівномірне підвищення сезонної температури. Найбільше середньомісячне підвищення температури фіксується взимку і досягає 2°C, менш відчутний процес потепління навесні і восени.

Літо, на думку вчених, не зазнало суттєвих змін, пов'язаних з температурою повітря, незважаючи на те, що велика кількість температурних максимумів ХХІ століття випадає саме на цей сезон.

Як наслідок, підвищення температури призвело до зміни тривалості сезонів – холодний період і зима стали значно коротшими та теплішими, а теплий період і літо – більш тривалими та спекотними. Кліматична тривалість зими у м. Києві зазвичай була від 90 до 120 днів, однак в останні роки вона зменшилась у середньому до 50–90 днів. Метеорологічна зима у період 2017–2018 рр. тривала 80 днів – з 9 січня 2017 р. до 30 березня 2018 р.; упродовж 2018–2019 рр. тривала 93 дні – з 13 листопада 2018 р. до 14 лютого 2019 р. У період 2019–2020 рр. метеорологічної зими взагалі не було. Змінився і режим опадів. Узимку за високих для зими температур усе частіше випадає дощ, а не сніг. Суттєво зросли і кількість спекотних днів та тривалість спекотного періоду. Кліматичне літо у м. Києві у 2018 р. тривало 147 днів – з 29 квітня до 23 вересня, у 2019 р. – 129 днів з 12 травня до 18 вересня. У 2020 р. кліматичне літо у м. Києві розпочалося з суттєвим запізненням після затяжної весни, що тривала 116 днів, лише з 5 червня і продовжувалося 132 дні до 14 жовтня.

Слід зазначити, що за даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського 2019 та 2020 роки в Україні стали найтеплішими роками за всю історію метеорологічних спостережень з 1881 року.

Через безперервне температурне зростання збільшилася кількість та інтенсивність природних катаклізмів і стихійних явищ. Протягом 2018–2020 рр. потужні весняні пилові бурі та тривалі масштабні пожежі призвели до накопичування у повітрі великої кількості забруднюючих і шкідливих речовин. З іншого боку, зросла тривалість періодів забрудненості повітря пилом, аерозолями, різними газами та іншими відходами, пов'язаними з господарською діяльністю людини.

Ці зміни суттєво впливають на мікроклімат фондосховищ бібліотек. Температура зовнішнього повітря впливає на температуру всередині будівель, стіни і дах яких нагріваються та охолоджуються залежно від показників зовнішніх атмосферних умов. Сонячне випромінювання також сприймається будівлями більшою чи меншою мірою залежно від орієнтації у просторі, забарвлення стін і даху (темна поверхня здебільшого поглинає більшу частину падаючого на них тепла, біла ж – відкидає до 90% його кількості). Скляні поверхні влітку сприяють підвищенню температури.

ри в приміщеннях. Постійний обмін повітря усередині будівель з зовнішнім повітрям відбувається через стіни, двері, вікна, а також у процесі вентиляції та провітрювання.

Коливання вологості атмосферного повітря поза будівлями є істотною причиною коливань відносної вологості повітря, що відбуваються усередині. Улітку стіни, нагріваючись ззовні, віддають частину своєї вологи у внутрішні приміщення. Взимку, охолоджуючись, стіни вбирають у себе вологу приміщень. За нашими спостереженнями, цей процес у капітальних будинках з товстими стінами протікає рівномірно і повільніше, ніж у сучасних будівлях.

В опалювальних, а особливо у неопалювальних сховищах з нерегульованим мікрокліматом, річні коливання температури можуть досягати 8–10°C, а відносної вологості – до 30%. Коливання мають циклічний характер відповідно до сезону та змін температури і вологості зовнішнього повітря.

Температура і вологість повітря залежать також від місця розташування сховища у будівлі (цокольний поверх, верхній поверх, північна чи південна сторона будівлі), а також від місця в самому сховищі (наближеність до опалювальних пристроїв, вікон, стін тощо). Температурно-вологісний режим у приміщеннях залежить від кліматичних умов місцевості, де розташовані бібліотеки, конструкції будівель і властивостей будівельних матеріалів, обладнання і роботи опалювальної та вентиляційної систем, методики провітрювання приміщень, кількості відвідувачів за день.

Найбільша залежність коливань відносної вологості повітря від коливань вологості повітря навколишнього середовища усередині сховищ бібліотек спостерігається під час провітрювання. Також надмірна волога може потрапити до приміщень під час сильних опадів через порушення гідроізоляції конструктивних складових будівель бібліотек, а саме через протікання даху, цоколю або підлоги.

У НБУВ постійний комплексний екологічний моніторинг приміщень та фондів, що здійснюється уже впродовж декількох десятиліть, охоплює та враховує особливості усіх приміщень Бібліотеки, де зберігаються фонди: будівля НБУВ по Голосіївському проспекту, 3; будівля НБУВ по вул. Володимирській, 62, де зберігаються наукові спеціалізовані фонди; периферійні сховища по вул. Ракетній, 26 та проспекту Глушкова, 40. Ця робота ґрунтується, насамперед на виконанні вимог міждержавних стандартів на

консервацію документів, що регламентують параметри нормативних режимів зберігання фондів, зокрема температурно-вологісного.

Відповідно до вимог часу в НБУВ реалізується новий рівень контролю температурно-вологісного режиму зберігання фондів завдяки запровадженню фахівцями відділу програмно-технологічного забезпечення комп'ютерних мереж Інституту інформаційних технологій НБУВ системи автоматизації бібліотек «ІРБІС64». Сам моніторинг мікроклімату сховищ НБУВ складається з формування бази даних показників температурно-вологісного режиму (температури та відносної вологості повітря) для їх аналізу з метою надання вчасних та конкретних рекомендацій фондоутримувачам та технічній службі. Ці рекомендації є необхідною умовою для нормалізації мікроклімату у сховищах.

Аналіз даних показників температурно-вологісного режиму за 2018–2020 рр. виявив, що в опалювальні періоди останніх трьох років чітко простежується відмінність температурного режиму в різних корпусах Бібліотеки. Так, якщо взимку 2018 та 2019 років у корпусі НБУВ по вул. Володимирській, 62 температура була, загалом, в межах норми і становила 16,0–20,0°C (крім верхніх та нижніх поверхів, де температура під час похолодання знижувалась до 10,0–13,0°C), то у корпусі НБУВ по Голосіївському проспекту, 3 температура у більшості сховищ була нижча за нормативні показники. У висотній частині корпусу НБУВ по Голосіївському проспекту, 3 температура була переважно 10,0–12,0°C з періодичними зниженнями у 2018 році до 7,8–9,0°C, у 2019 році до 8,8–9,0°C та короткочасними підвищеннями до 13,0–15,0°C, що було зумовлено недостатнім теплопостачанням. У читальних залах температура була дещо вища та періодично піднімалась до 17,0–18,0°C. У 2020 році завдяки відсутності метеорологічної зими температура в усіх сховищах Бібліотеки в середньому була на 1,0–2,0°C вища, ніж зазвичай у цей період. А з настанням весняного періоду температура в сховищах наближалась до нормативних вимог. У літні періоди 2018 та 2019 років температура у сховищах НБУВ була у межах норми на нижніх та цокольних поверхах будівель, в основній же частині фондосховищ температура дещо перевищувала нормативні показники на верхніх поверхах та у читальних залах відповідно до змін температури навколишнього середовища. Спекотні періоди кожного року супроводжувалися підвищенням температури до 28,0–29,0°C з короткочасними екстремальними відхиленнями до 30,0–32,1°C на верхніх поверхах, що розташо-

вані під дахом, у читальних залах та у висотній частині корпусу НБУВ по Голосіївському проспекту, 3. Відносна вологість повітря в сховищах НБУВ відповідала нормативним вимогам та становила 50–55%. Для покращення стану температурно-вологісного режиму зберігання фондів та запобігання утворенню застійних зон повітря у сховищах НБУВ були розроблені та впроваджені «Рекомендації щодо покращення стану температурно-вологісного режиму зберігання фондів у книгосховищах НБУВ у літню спеку», а також організовано раціональне провітрювання сховищ та читальних залів. Осіння прохолода нормалізувала показники температури в усіх сховищах НБУВ до початку зниження температури навколишнього середовища. Однак, якщо у корпусі НБУВ по вул. Володимирській, 62 температура після початку опалювального сезону в більшості сховищ швидко наблизилась до норми, то у висотній частині корпусу НБУВ по Голосіївському проспекту, 3 температура не перевищувала 10,0–13,0 °С.

Для оптимізації роботи з підтримання нормативних режимів зберігання фондів у НБУВ розробляються та запроваджуються інструктивно-методичні матеріали. Окрім названих, це ще й «Перелік заходів для підтримання нормативних режимів зберігання фондів НБУВ в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди». Деякі позиції переліку заходів на осінньо-зимовий період, як правило, пов'язані з увімкненням системи опалення, утепленням приміщень тощо. Заходами на весняно-літній період плануються різноманітні ремонтні роботи, дезінфекційні, дератизаційні та інші профілактичні заходи санітарно-гігієнічного спрямування. За останні роки ці заходи постійно коригуються, доповнюються і, за малим винятком, виконуються. Деякі з позицій переліку заходів планомірно з року в рік повторюються, що зумовлено необхідністю їх регулярного щорічного виконання.

На відміну від попередніх років 2020 рік виявився неординарним. Незаплановане введення жорсткого карантину під час пандемії гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-COV-2, призвело до закриття з середини березня 2020 року всіх сховищ Бібліотеки. За таких умов повітрообмін з навколишнім середовищем було зведено до мінімуму, що запобігло потраплянню гарячого повітря до сховищ під час спекотних періодів і зумовило менше підвищення температури на 1,0 – 3,0 °С у порівнянні з минулими роками. Для запобігання утворенню негативних застійних зон повітря у зачинених сховищах фондоутримувачі, за можливості, здійснювали чергування з періодичним провітрюванням за

сприятливих умов навіть під час суворого карантину, коли не працював транспорт.

З суттєвими кліматичними змінами сучасне покоління бібліотекарів стикається вперше. Несприятливий прогноз на подальше потепління та збільшення інтенсивності й кількості природних катаклізмів певно що неминуче вплине на стан мікроклімату сховищ бібліотек, тож рано чи пізно змусить шукати можливості для захисту бібліотечних фондів. А це стане можливим за умови забезпечення тепло-, гідро- та світлоізоляції бібліотечних будівель, оснащення сховищ сучасними автоматичними системами кондиціонування (охолодження та очищення) повітря, біологічним захистом та чітким дотриманням нормативних режимів зберігання бібліотечних фондів.

За нашими спостереженнями, для сховищ з нерегульованим мікрокліматом важливим кроком до поліпшення умов зберігання фондів може стати герметизація всієї будівлі бібліотеки. Навіть тільки один цей превентивний захід допоможе поліпшити фізичний стан будівлі – обмежить проникнення комах і гризунів у старих будівлях, де розміщені фонди бібліотек; усуне можливість втрати тепла або надмірного підвищення температури, а також дозволить уникнути забруднення повітря сховищ. Забезпечення водонепроникності допоможе усунути просочування вологи усередину будівлі й значно зменшить коливання відносної вологості повітря.

Аналізуючи досвід напрацювань кліматологічної служби НБУВ, можна стверджувати, що для здійснення провітрювання та визначення його періодичності необхідно враховувати стан як повітря у приміщеннях, так і зовнішнього повітря, однак кожне провітрювання не повинно перевищувати 10 хвилин. Це дозволить уникнути різкого перепаду температури і вологості повітря в приміщеннях, що набагато шкідливіше для документів, ніж порушення нормативів вологості на 1,5–2% або температури на 2–3°C. Для збільшення вологості в приміщеннях бібліотек, де цей показник нижче за норму, слід частіше здійснювати вологе прибирання. Доцільно також використовувати екрани, жалюзі й щільні штори для захисту документів від прямого сонячного світла. Бажано, щоб у сховищах було темно. Необхідно також забезпечувати контроль за станом будівель під час опадів.

Консерваторами бібліотечних фондів стверджується, що використання елементів фазового зберігання як одного із заходів превентивної консервації фондів, а саме застосування індивідуальних мікрокліматичних контейнерів, коробок і конвертів, допоможе захистити особливо цінні та



рідкісні документи на паперових носіях шляхом створення мікроклімату навколо окремого екземпляра, зменшить негативні наслідки від коливань температури і відносної вологості, а також захистить від дії світла, забруднення, пилу та інших шкідливих домішок з повітря сховищ.

На нашу думку, для зменшення рівня запиленості сховищ та оптимізації вологості у приміщеннях бібліотек бажано між будівлею бібліотеки і вулицею, за можливості, створити заслін із рослин на відстані не менше ніж 8 м від стін.

На майбутнє бажано було б, щоб кожна бібліотека мала підтримку Держави та могла використати оптимальні превентивні методи, нові технології та найсучасніші технічні засоби для забезпечення збереження бібліотечних фондів, що становлять наше культурне надбання.

## **5. 2. Контроль складових у повітрі сховищ**

Повітря сховищ бібліотек складається з різноманітних хімічних складових (основних постійних компонентів повітря: азоту, кисню, вуглекислого газу, водню та інших газів), водяних парів, твердих та рідких домішок (пилу, аерозолів) та мікроорганізмів.

Співвідношення усіх цих складових у повітрі суттєво впливає на збереженість бібліотечних фондів. Пил є одним з найбільш агресивних чинників. Потрапляння пилу до сховищ може бути зумовлено двома джерелами: внутрішнім – ерозія складових стін, підлоги, перекриттів, палітурних і пакувальних матеріалів; зовнішнім – проникнення пилу ззовні. У сховищах пил – це зважені у повітрі тверді частинки та частинки, що осіли на поверхні полиць та документів. Мінеральний пил (особливо сажа, крейда) небезпечний своєю руйнівною дією, тому що під час потрапляння між волокнами паперу документів, тверді частинки пилу перерізають їх. У складі пилу більше 80% частинок, що мають подовжену форму (волокна паперу, бавовни, вовни, шовку тощо). Від форми і розмірів частинок пилу залежить тривалість перебування їх у повітрі. Пилові частинки різного походження не є інертними. Вони мають електричний заряд, завдяки чому осідають і міцно утримуються папером. Пил, осідаючи на обрізах книг, закриває доступ повітря між аркушами і перешкоджає провітрюванню документів. Пил, що осів, поглинає жирові речовини, чим знежирює шкіру, прискорює її старіння. Частинки пилу містять активні центри, що поглинають з повітря вологу і деякі шкідливі для паперу газоподібні речовини. На папері утворюються ділянки з підвищеною вологістю. Агресивні



речовини, що поглинені з повітря, руйнують папір. Частинками пилу розносяться по сховищу спори мікроскопічних грибів, якими і заражаються «здорові» книги. Скупчення пилу за плінтусами, за опалювальними пристроями, в затемнених ділянках сховищ, які неякісно прибираються, є також улюбленим місцем для розмноження комах-шкідників.

У повітрі сховищ крім твердих частинок пилу міститься велика кількість газоподібних забруднювачів. Вважається, що однією з основних причин пошкодження паперу і шкіри є вплив на них діоксиду сірки, оксидів азоту, озону та інших речовин. Ці речовини каталізують небезпечні хімічні реакції, що призводить до утворення та накопичення кислот у матеріалах, тобто до їх прискороеного старіння<sup>39</sup>.

Нами уже підкреслювалося, що постійний обмін повітря усередині будівель бібліотек і зовнішнім повітрям відбувається через стіни, двері, вікна, а також у процесі вентиляції та провітрювання. Запилене і забруднене атмосферне повітря за умови потрапляння до сховищ сприяє руйнуванню матеріальної основи документів та призводить до біологічного ураження<sup>40</sup>.

Відомо, що головними джерелами забруднення повітря атмосфери зазвичай є підприємства паливно-енергетичного комплексу, обробної промисловості та транспорт. Більше 80% усіх викидів в атмосферу становлять викиди оксидів вуглецю, двоокису сірки, оксидів азоту, вуглеводнів, твердих речовин тощо. Найчисленнішим класом речовин, що забруднюють повітря великих міст, є вуглеводні. З газоподібних сполук у найбільшій кількості викидаються оксиди вуглецю<sup>41</sup>. Щороку найбільше рівень забруднення повітря підвищується восени та навесні. Підвищена вологість і тепла температура повітря навколишнього середовища призводять до туману, через який шкідливі речовини, що надходять з різних джерел, майже не розсіюються. Шкідливі речовини накопичуються в нижніх шарах атмосфери біля земної поверхні, а частинки вологи з туману адсорбують пил усередині себе, що призводить до утворення смогу<sup>42</sup>.

<sup>39</sup> Великова Т. Д. Визначення кількості шкідливих домішок в повітрі. *Комплексне обстеження книгосховищ* : метод. посібник / РНБ. Санкт-Петербург, 2007. С. 92–106.

<sup>40</sup> Горяева А. Г. Условия хранения фондов. *Комплексное обследование книгохранилищ* : метод. пособие / РНБ. Санкт-Петербург, 2007. С. 19–28.

<sup>41</sup> Мамаева Н. Ю. Определение запыленности документов. *Комплексное обследование книгохранилищ* : метод. пособие / РНБ. Санкт-Петербург, 2007. С. 133–146.

<sup>42</sup> Новикова Г. М., Коваль Э. З. Проблемы сохранности книжных фондов в условиях загрязнения атмосферы промышленными отходами. *Биоповреждения в промышленности*: Тез. докладов, Пенза, 27–28 апр. 1993 г. Пенза, 1993. С. 6

Спалювання сухої трави і сміття теж підвищує кількість дрібнодисперсного пилу в повітрі. Ситуація погіршується з року в рік, особливо під час пилових бур та тривалих пожеж. Місто Київ останніми роками неодноразово опинялося на першому місці серед міст із найбруднішим повітрям, у рази перевищуючи норму, наприклад, міжнародний індекс якості повітря QIAir 16 і 18 квітня 2020 р. в Києві складав 380 пунктів за норми 50. Як не дивно, у 2020 р. введення жорсткого карантину під час пандемії гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-COV-2, призвело до покращення якості повітря приміщень бібліотек. У зачинених з березня 2020 року сховищах бібліотек повітрообмін з навколишнім середовищем було зведено до мінімуму, що запобігло потраплянню ззовні шкідливих речовин.

Пил у своєму складі має органічну, неорганічну та біологічну складові, що можуть спричинити хімічне, фізичне та біологічне пошкодження документів. Пилові частинки мають різні розміри. Найбільш небезпечним є дрібнодисперсний пил з розміром частинок на рівні декількох мікрон та менше. Саме такий пил має високу проникну здатність і може накопичуватися поміж сторінок книг. Це сприяє старінню та руйнації паперу. Крім того, саме на таких частинках пилу сорбуються мікроорганізми і у такий спосіб розповсюджуються у середовищі. Мікроскопічні гриби врастають у папір, використовуючи його як поживне середовище, й тим самим його руйнують. За стандартом з консервації документів концентрація шкідливих домішок у повітрі приміщень для зберігання документів повинна відповідати визначеним санітарним нормам, для цього необхідно регулярно перевіряти якісні та кількісні характеристики повітря. Періодичність обстеження стану повітря сховищ залежить від наявності в бібліотеках приладів для вимірювання концентрації домішок. Як правило, це високовартісні прилади, тож, на жаль, у більшості бібліотек такий контроль здійснюється раз на декілька років місцевими санітарними службами, що мають відповідне обладнання. У НБУВ з початку сторіччя такі заміри здійснювались двічі за участі співробітників лабораторії якості повітря Інституту громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України згідно з договором про науково-практичне співробітництво у 2004 та 2016 роках. Визначались кількісні вмісти забруднюючих речовин, таких як пил, сірчистий ангідрид, діоксид азоту та хлор у повітрі приміщень корпусів НБУВ по вул. Володимирській, 62 та по Голосіївському проспекту, 3. У 2004 р. концентрації частинок пилу, сірчистого ангідриду та хлору не перевищували гігієнічних нормативів.

Перевищення середньодобових концентрацій було виявлено лише для діоксиду азоту у відділі формування та використання газетних фондів (3 поверх) у 1,5 раза, відділі стародруків та рідкісних видань (читальна зала 1 поверх) у 1,6 раза, відділі обмінно-резервних фондів (цокольний поверх) у 1,9 раза. У корпусі НБУВ по Голосіївському просп., 3 у відділі організації та обслуговування основним фондом (цокольний поверх) перевищення середньодобової концентрації діоксиду азоту було у 4,0 рази за перевищення разових концентрацій діоксиду азоту у 1,7–2,8 раза. У 2016 році кількість сірчистого ангідриду, діоксиду азоту та хлору також не перевищувала гігієнічних нормативів. Перевищення концентрацій було встановлено лише для частинок пилу, недиференційованих за складом (TSP) у відділі формування та використання газетних фондів (3 поверх) у 11,2 раза, Інституті рукопису (2 поверх) у 9 разів, відділі стародруків та рідкісних видань (читальний зал 1 поверх) у 1,7 раза, відділі організації та обслуговування основним фондом (цокольний поверх) у 0,28 раза. Перевищення концентрації діоксиду азоту виявлено лише у відділі наукової організації та обслуговування основним фондом (цокольний поверх) у 1,9 раза. Отже, можна зазначити, що за дванадцять років концентрація діоксиду азоту знизилась до норми, що було зумовлено зниженням концентрації діоксиду азоту в повітрі м. Києва. Перевищення концентрацій частинок пилу недиференційованих за складом (TSP), ймовірно, було зумовлено потраплянням пилу з повітря навколишнього середовища під час провітрювання через розчинені вікна та квартирки для підтримання температурно-вологісного режиму, особливо у літню спеку.

На нашу думку, для зменшення кількості пилу, що проникає ззовні, обов'язково необхідно ущільнювати вікна та двері в усіх приміщеннях бібліотек. З метою організації раціонального провітрювання у сховищах на вікнах та квартирках доцільно встановлювати захисні екрани з дрібними вічками для запобігання проникнення пилу і комах ззовні. У виняткових випадках можна використовувати накрохмалену марлю.

Залежно від своєї історії (час виготовлення, умови розміщення та термін зберігання) документи, а також їх складові у сховищах мають різний ступінь забруднення пилом. Найбільше пилу накопичується під силою тяжіння на горизонтальних поверхнях: верхніх обрізах книг за вертикального розміщення або верхніх кришках оправ за горизонтального зберігання документів великих форматів. Під час тривалого перебування на поверхні документів пил ущільнюється (злежується), що суттєво ускладнює

його видалення, тож папір і світлі палітурні матеріали набувають сірого відтінку. Це псує зовнішній вигляд документів. Ступінь запиленості окремого документа визначається кількістю пилу на одиниці його поверхні.

Тому документи мають бути завжди чистими, що дозволить значно збільшити термін їх зберігання та використання. Вважається, що концентрація пилу і шкідливих домішок не повинна перевищувати 0,15 мг/м<sup>3</sup> повітря. Згідно з положеннями ст. 4.4.6 стандарту з консервації документів для запобігання глибокого проникнення пилу всередину документів повинне здійснюватися суцільне санітарно-гігієнічне оброблення (знепилювання) фондів не рідше одного разу на 1–2 роки.

У сучасній системі забезпечення збереження бібліотечних фондів підтримання нормативного санітарно-гігієнічного режиму документів, на наш погляд, є одним з пріоритетних напрямів. З року в рік боротьба з книжковим пилом є невпинною систематичною роботою бібліотечних працівників. У НБУВ цю роботу здійснюють бібліотекарі групи санітарно-гігієнічної обробки фондів (СГОФ); реставратори знепилюють книги посторінково у процесі реставраційних робіт; бібліотечні працівники відділів-фондоутримувачів кожного санітарного дня (останній робочий день місяця) організовано та ретельно знепилюють свої фонди.

До речі, документи можуть знепилюватися за допомогою пилотягу у вакуумний або вологий спосіб. Використання того чи іншого способу залежить від фізичного стану документів, ступеня і виду забруднення, їх цінності. Доцільно документи з паперовими або фарбованими палітурками знепилювати тільки сухим способом. За умови сильної забрудненості фондів необхідним є попереднє сухе знепилювання з використанням пилотягу або вакуумного обладнання. Відповідно сильно забруднені полиці мають додатково оброблятися мильним водним розчином. Вважається, що знепилювання обладнання повинно розпочинатися зверху: спочатку знепилюються комунікаційні системи (труби, світильники тощо), розміщені на стелі або під стелею біля стелажів, а видалення пилу здійснюється з усіх полиць стелажа у напрямку від верхніх полиць до нижніх. Знепилювання документів, а саме видалення пилу з верхнього, бокового обрізів, корінця та кришок здійснюється так, щоб пил з найбільш брудних частин документів не потрапляв на чистіші та на аркуші блоку.

У НБУВ комплексне знепилювання документів здійснюється співробітниками групи СГОФ з використанням декількох способів:

- сухим механізованим способом із застосуванням побутових пилотягів або вакуумного обладнання;
- сухим ручним способом із використанням м'яких ганчірок або марлі (краї ганчірки повинні бути загнуті всередину, щоб утворити заокруглену поверхню);
- вологим способом із використанням м'яких ганчірок або марлі, зволжених у чистій воді і добре викручених (у міру забруднення ганчірку мийуть у воді та ретельно відкручують).

Після санітарно-гігієнічного оброблення (знепилювання) бібліотечних фондів запиленість документів повинна становити для сильно запилених документів не більше 40–50 мкг пилу/см<sup>2</sup>, для інших документів – не більше 10–40 мкг пилу/см<sup>2</sup>, залежно від терміну перебування їх у бібліотеках. Нами уже описано, що одним із методів визначення наявності пилу є ваговий метод, який складається з визначення різниці між вагою ватних тампонів після відбору проби пилу з фондів до та після їх знепилювання.

Зазвичай у кожній бібліотеці щомісячно проводиться санітарний день, коли співробітники прибирають свої робочі місця більш ретельно, ніж щоденно. У санітарний день має здійснюватися очищення приміщень: стін, підлоги, особливо під стелажми і шафами, у кутках сховищ і біля вікон. Ретельно мають знепилюватися освітлювальні і опалювальні прилади, оскільки пил, що осів на них, нагрівається. За температури близько 80°C відбувається суха сублімація органічного пилу з поверхні, що може зашкодити здоров'ю співробітників. Тому за високої температури працюючих опалювальних пристроїв збільшується загальна запиленість приміщення.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) вважає частинки пилу в повітрі однією із серйозних небезпек і причин виникнення низки захворювань дихальних шляхів і серцево-судинної системи, особливо під час епідемій. Для зниження ймовірності поширення вірусів через запиленість ВООЗ рекомендує більш інтенсивне провітрювання приміщень за рахунок зовнішнього повітря і його фільтрації.

Для реалізації заходів щодо підтримання нормативних режимів зберігання у бібліотеках має здійснюватися постійний комплексний екологічний моніторинг приміщень та фондів, а розроблення сучасної системи біологічного та екологічного нагляду за станом фондів у бібліотеках України зумовлюється необхідністю реалізації різнопланових профілактичних заходів в умовах сумарної хімічної, радіаційної, транспортної забрудненості навколишнього середовища.

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ФОНДІВ**

Для апробації інноваційних технологій у сфері збереження бібліотечних фондів з метою застосування ефективних превентивних заходів науковцями НБУВ була сформована та опрацьована модель тривекторного спрямування досліджень. По-перше, стосовно тих документів, що потребують консервації з метою упередження їх фізичного руйнування шляхом створення електронних копій методами сканування, оцифрування тощо. По-друге, вивчення та аналіз фізичного стану фондів, що побували в зоні аварійної ситуації, зазнали негативного впливу її наслідків або техногенного навантаження навколишнього середовища, тому потребують удосконалення режимів зберігання. По-третє, це комплексне вирішення завдання створення оптимального повітряного середовища для усіх категорій документів шляхом знезараження та очищення повітряних потоків у сховищах.

Ми поділяємо думку сучасних фахівців у галузі збереження культурної спадщини про те, що на сучасному рівні розвитку бібліотечних технологій, забезпечуючи збереження бібліотечних фондів у державі в цілому, необхідно точно визначити місце і роль документа, не абсолютизуючи його значення, але й не занижуючи його статусу. Тільки за таких умов можливий планомірний розвиток роботи у двох напрямках – збереження оригіналів документів на традиційних носіях і, використовуючи термінологію Хартії ЮНЕСКО, збереження культурної цифрової спадщини<sup>43</sup>. Фахівцями-матеріалознавцями НБУВ за результатами виконаних експериментальних досліджень аргументовано доведено, що термін використання паперу різних видів різюче відрізняється, а завдяки сучасним консерваційним технологіям підвищення міцності та довговічності є досяжним. На сьогодні, коли сучасні бібліотечні технології з консервації документів постійно удосконалюються, кожна з них має як свої переваги, так і певні недоліки.

<sup>43</sup> Добрусина С. Обеспечение сохранности документов в век цифровых технологий / *Бібліотечний вісник*. 2008. № 3. С. 11–15.

Формування дослідної осі для реалізації *побічної (непрямої) консервації* передбачає: органолептичні та інструментальні обстеження фондів перед застосуванням копіювальних технологій; виконання комплексу необхідних відновлювальних та стабілізаційних операцій (реставрація, дезінфекція тощо) для документів за результатами виконаних обстежень; створення електронних копій для надання користувачам; створення умов для унеможливлення подальшого погіршення фактичного фізичного стану документів з ослабленою матеріальною основою шляхом застосування відповідних превентивних заходів, наприклад, *фазового зберігання*.

Можливість надання електронних копій бібліотечних документів забезпечує швидкий доступ до інформації великим групам користувачів. Водночас переведення документів у електронний формат має ще й додаткові техніко-технологічні особливості. Для створення електронних копій використовують необхідне обладнання та устаткування з певними технічними характеристиками та факторами впливу на матеріальну основу документів. Так, відомо, що обладнання для сканування документів було створено, насамперед для комерційного використання, де стан збереження матеріальної основи документів не регламентувався. Однак з кожним роком у бібліотеках сканується усе більше документів. Інтенсивність освітлення документів під час сканування і теплота, що випромінюється лампами та іншим обладнанням, також певною мірою прискорюють старіння паперу, що супроводжується погіршенням його фізико-механічних властивостей. З вирішенням цієї проблеми пов'язано декілька завдань: забезпечення збереження електронної інформації та самого оригіналу; мінімізація впливу процесу сканування на фізичний стан матеріального носія інформації.

У наукових джерелах відображаються результати випробовування обладнання для сканування різних марок («Minolta», «Букау», «Epson LG 9000», «Eros» тощо) та надається аналіз їх впливу на стан паперу, а також наведено рекомендації щодо вибору обладнання для здійснення оцифрування бібліотечних документів. Як об'єкти дослідження були взяті зразки різних паперів: реставраційного (композиція – 100% сульфатної целюлози з проклеюючою і наповнювачем), ганчір'яного (французького виробництва 1800 р.), газетного (композиція – 30% сульфатної целюлози і 70% деревної маси). Кожен із цих зразків був підданий триразовому і багаторазовому скануванню (20 разів) на апаратах «Epson LG 9000», «Minolta», «Букау», «Eros», на яких попередньо були проведені заміри освітленості та



ультрафіолетової складової приладом ТКА-01/3. Результати виконаних досліджень показали, що зміни фізико-хімічних властивостей відбуваються у всіх зразках досліджених паперів. Отже не слід виключати, що сканування впливає на стан паперової основи документів. Тому для раритетних рукописних та друкованих колекційних документів, відібраних для копіювання, за результатами обстежень обладнання повинно мати відповідні техніко-технологічні характеристики. Вони визначаються до початку сканування<sup>44</sup>. Фахівці у галузі консервації фондів рекомендують виконувати оцифрування бібліотечних документів не більше 1–3 разів. Організація сканування має бути комплексною, тобто включати відповідне стабілізаційне оброблення документів до і після копіювання<sup>45</sup>.

### **6. 1. Створення цифрових копій як стратегія збереження документів**

Створення цифрових копій розглядається як стратегія збереження оригіналів документів за допомогою збільшення доступу до них в іншому форматі. Загалом створення електронних копій є потужним інструментом для зменшення навантаження на унікальні документи під час обслуговування читачів. Певно, що цифрова копія має бути такої якості, щоб не було необхідності виготовляти повторну копію для здійснення інших технічних потреб, а *побічна консервація документів* із нестабільним фізичним станом паперу розглядається на рівні з класичними способами збереження фондів.

Цифрові матеріали містять текстові документи, бази даних, нерухомі і рухомі зображення, звукові та графічні матеріали, програмне забезпечення та веб-сторінки, представлені у значному обсязі та безперервно зростаючій кількості форматів. Найчастіше ці матеріали фіксуються на короткий термін і вимагають вжиття заходів, спрямованих на їх створення, збереження та управління ними. Багато з цих ресурсів мають неминучу цінність та зна-

<sup>44</sup> Новые исследования оборудования для оцифровывания : (Итоги 9-ой Междунар. конф. «Крым-2002») / О. И. Перминова, Е. Д. Яхнин, Т. И. Степанова, И. В. Бурцева, А. Н. Каменский, В. Н. Попунова, А. И. Шарикова. URL: <http://www.gpntb.ru/win/inter-events/crimea2002/confer1.htm>.

<sup>45</sup> Гаврилин А. П., Клецарь С. Н. Состояние и направления развития работ по информационному страхованию документов библиотечных фондов Российской Федерации. *Материалы VI междунар. науч. – практ. конф. «Сохранность и доступность культурных и исторических памятников. Современные подходы»* (Санкт-Петербург, 20–22 окт. 2009 г.), СПб.: РНБ, 2010. С. 89–94; Уотерс П. *Сохранение культурного наследия : Избранные работы* / Питер Уотерс ; пер. с англ. Н. И. Яшугина, И. М. Беляевой, Л. Г. Левашовой ; сост., отв. ред. и предисл. В. П. Леонова ; послесл. И. М. Беляевой. Санкт-Петербург : БАН, 2005. 129 с.



чимість і, отже, є спадщиною, яку необхідно зберігати і зберегти для нинішнього та майбутніх поколінь<sup>46</sup>.

Метою збереження цифрових об'єктів є забезпечення довготривалої доступності цифрових матеріалів із збереженням усіх смислових і функціональних характеристик вихідних матеріалів, можливостей пошуку, презентації та інтерпретації.

Можна виділити такі загрози втрати цифрової спадщини:

- припинення фінансування, необхідного для підтримки цифрових інформаційних ресурсів;
- локальні катастрофи (наприклад, відключення електроенергії, пожежа, повінь, поломка носія, дія вірусів тощо);
- фізичне старіння носіїв;
- моральне старіння техніки і технологій у зв'язку з винаходом нових технічних та технологічних платформ<sup>47</sup>.

В останнє десятиліття міжнародне співтовариство приділяє велику увагу проблемам збереження цифрової спадщини та забезпечення доступу до неї. Реалізується значна кількість програм і проектів як на міжнародному рівні, так і в окремих країнах<sup>48</sup>.

Виокремлюють такі методи збереження цифрових об'єктів:

- оновлення, тобто копіювання на такий же носій (запобігає втраті цифрових матеріалів у разі фізичного старіння носія);
- реплікація, тобто створення однієї або декількох повних копій (клонів) цифрових матеріалів та зберігання їх в різних місцях (наприклад, в різних будівлях, в різних містах – на випадок пожежі, повені, землетрусу). Реплікація вимагає спеціальних заходів щодо підтримки всіх копій в актуальному стані;
- емуляція, тобто створення образу вихідного матеріалу на іншому носії зі збереженням всіх функціональних характеристик (наприклад, емуляція CD-ROM на жорсткому диску);
- міграція, тобто перенесення вихідного цифрового матеріалу в нове технологічне оточення (переклад в інший формат, з однієї операційної систе-

<sup>46</sup> Завгородний В. И. *Комплексная защита информации в компьютерных системах*: учеб. пособие. Москва : Логос; ПБОЮЛ Н. А. Егоров, 2001. 264 с.: ил.

<sup>47</sup> *Взаимодействие веб-сайтов по культуре с пользователем* : рекомендации / пер. Е. Малавская ; ред. пер. Н. Браккер, Л. Куйбышев. Москва : MINERVA EC Project 2008. 201 с.

<sup>48</sup> *Guidelines on the Production and Preservation of Digital Audio Objects: standards recommended, practices and strategies* / ed. by Kevin Bradley ; IASA Technical Committee. 2nd ed. Auckland Park : Intern. Assoc. of Sound and Audiovisual Archives, 2009. 150 p.

ми в іншу, з однієї мови програмування на іншу тощо) зі збереженням усіх вихідних функціональних характеристик, що забезпечують довготривалий доступ до цифрових об'єктів незалежно від зміни технологій.

Для повного довготривалого збереження рекомендується використовувати поєднання різних методів збереження цифрових матеріалів. Найбільш поширеним способом забезпечення довготривалого збереження цифрової спадщини є створення великих спеціалізованих сховищ цифрових об'єктів. Це можуть собі дозволити великі заклади культури (наприклад, національні бібліотеки), які створюють подібні сховища у порядку реалізації національних, регіональних або галузевих програм зі збереження цифрових матеріалів. Такі сховища можуть створюватися на порталах-агрегаторах, що надають доступ до об'єднаних ресурсів музеїв, бібліотек, архівів.

Сховище повинне забезпечувати фізичне (бітове) збереження даних і можливість відтворення (семантичне збереження) даних протягом тривалого терміну (до 100 років). Отримані на зберігання цифрові об'єкти одного типу спочатку мають різні формати, потім переводяться в єдиний формат зберігання і забезпечуються метаданими, необхідними для збереження та міграції, що мають водночас статус об'єкта щодо прав на інтелектуальну власність. Об'єкти надходять на зберігання згідно з договорами про довірче зберігання, що укладаються з організаціями та особами, які володіють правами на об'єкти. У договорах визначаються процедури і періодичність оновлення збережених даних. Для забезпечення фізичного збереження організовуються «дзеркала»-сховища, за можливістю розташовані в різних будівлях, а також забезпечується захист даних від несанкціонованих вторгнень<sup>49</sup>. Проводиться моніторинг розвитку технологій, за результатами якого плануються заходи з міграції збережених цифрових об'єктів для забезпечення можливості довготривалого доступу до них<sup>50</sup>.

Міжнародний комітет зі стандартів ISO прийняв стандарт OAIS. ISO14721 – Відкрита архівна інформаційна система (Open Archive Information System) для збереження цифрових інформаційних ресурсів, якою користуються всі великі сховища цифрових об'єктів. OCLC (Online

<sup>49</sup> Рафикова С. К. Оцифровка фондов: возможности и перспективы для библиотек Кыргызстана. *Научные и технические библиотеки*. 2011. № 11. С. 40–49.

<sup>50</sup> Knight G. Modelling OAIS Compliance for Disaggregated Preservation Services. Gareth Knight, Mark Hedges. *The International Journal of Digital Curation*. 2007. Vol. 2, № 1. P. 62–72.

Computer Library Center) ввів поняття «Довірені цифрові об'єкти» (Trusted Digital Object – TDO), які складають «Довірений цифровий репозиторій» (Trusted Digital Repository – TDR). TDO визначаються набором атрибутів і сфер відповідальності: адміністративна відповідальність, організаційна життєздатність, фінансова стійкість, технологічна і процедурна стійкість, безпека, реєстрація історії змін, облік прав на інтелектуальну власність<sup>51</sup>.

Важливим компонентом стратегії збереження цифрової спадщини є метадані, що містять інформацію, необхідну для документування процесу збереження. Для розробки метаданих на основі діяльності робочих груп з метаданих OCLC і RLG (Research Library Group) було створено наукове товариство PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies).

Метадані для збереження містять інформацію про формат, структуру й використання цифрового ресурсу, історію всіх операцій, проведених з об'єктом збереження, наразі й будь-які зміни, автентичність, технічну історію, історію зберігання, відповідальність, права, пов'язані зі збереженням тощо. Для довготривалого зберігання цифрових об'єктів необхідно, щоб метадані зберігалися окремо від об'єктів у системі, незалежній від тієї, яка була використана під час їхнього створення. Для розроблення метаданих у 2003 р. Online Computer Library Center (OCLC) та Research Library Group (RLG) було створено наукове товариство PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies), до складу якого входили PREMIS-представники наукових універсальних та національних бібліотек, музеїв, архівів, урядових і комерційних організацій з шести країн світу. Стандарт даних PREMIS містить чотири основні елементи: Object (цифровий об'єкт), Intellectual Entity (зміст), Event (подія), Agent (агент), Rights (права). За допомогою цього формату можуть бути описані всі атрибути, обставини та події, що супроводжують цифровий об'єкт: сканування, цифрова обробка, публікація, місце зберігання, права доступу до нього. Рекомендації цього стандарту були враховані у НБУВ під час розроблення бази даних обліку робіт із оцифрування документів на традиційних носіях<sup>52</sup>.

Існує ціла низка досліджень забезпечення вартості життєвого циклу довготривалого зберігання цифрової інформації. Наприклад, проєкт LIFE

<sup>51</sup> PREMIS Data Dictionary for Preservation Metadata [Electronic resource] : Final Report of the PREMIS Working Group. 2005. URL: [www.loc.gov/standards/premis/v2/premis-2-0.pdf](http://www.loc.gov/standards/premis/v2/premis-2-0.pdf).

<sup>52</sup> Лобузин І. В. Створення бази даних цифрового фонду бібліотеки: основні проблеми та технологічні рішення. *Науково-технічна інформація*. 2013. № 1. С. 67–62.

Британської бібліотеки і JISC (Joint Information Systems Committee) переконливо показують, що вартість зберігання в спеціалізованих сховищах, сумісних зі стандартом OAIS, у порівнянні зі звичайним файловим зберіганням зменшується в 2–3 рази за перші 1–2 роки і в 15–16 разів упродовж 5 років. Близько 50% витрат, пов'язаних з технологічним циклом збереження цифрових об'єктів, припадає на створення метаданих. Тому в рамках різних проєктів розробляються системи автоматичного або напівавтоматичного приписування метаданих, необхідних для забезпечення збереження.

Забезпечення доступності цифрової спадщини має вкрай важливе значення. Її збереження потребує застосування заходів упродовж усього «періоду життя» цифрової інформації – від створення до надання доступу. Процес довготривалого зберігання цифрової спадщини починається з розроблення надійних систем і процедур, здатних забезпечити автентичне та стаке відтворення цифрових об'єктів.

Важливими є також принципи відбору цифрової спадщини для збереження. Як і відносно всієї документальної спадщини принципи відбору можуть варіюватися залежно від конкретної країни, хоча головними критеріями для визначення того, які цифрові матеріали слід зберігати, повинні бути їх значимість та незаперечна культурна, наукова, чи інша цінність. Пріоритет, безумовно, слід надавати матеріалам «цифрового походження». Рішення, що стосуються відбору і будь-яких подальших переглядів, приймаються на основі певних принципів, політики, процедур і стандартів, які повинна виробити будь-яка установа.

Першим питанням, яке вирішує ця підсистема, є відбір документів для оцифрування. Критеріями такого відбору можуть бути різноманітні фактори, основними з яких є:

- унікальні, рідкісні або цінні документи, що існують в одному або в обмеженій кількості примірників, зокрема рукописи і фотографії;
- пошкоджені, крихкі або великоформатні документи, які потребують особливих умов доступу до них. Оцифрування таких документів сприяє їхньому збереженню;
- документи, що належать до об'єктів національного надбання, введення яких у широкий культурний обіг має велике значення для відновлення національної пам'яті, історії та культури держави.

*Збереження цифрової інформації як частини бібліотечного фонду*

Провідними спеціалістами з управління цифровими ресурсами (*digital curation*) визначаються такі головні ланки організації життєвого циклу повноцінного функціонування цифрового ресурсу: концептуалізація (планування відбору та створення цифрових матеріалів); опис та відбір-введення метаданих, оцінка цифрового матеріалу і відбір для довготривалого зберігання і відновлення); управління (оцінка цифрового матеріалу і відбір для довготривалого зберігання і відновлення, дотримання правових вимог, видалення матеріалів, які не були відібрані для довготривалого зберігання і відновлення, передавання матеріалів до архіву, сховища, центру обробки даних); збереження (проведення заходів щодо забезпечення довготривалого зберігання: перевірка метаданих, перевірка цілісності цифрових даних, запис даних з дотриманням відповідних стандартів); доступ і використання (надання активного доступу користувачам до цифрового ресурсу: загально-доступного, авторизованого або платного)<sup>53</sup>.

Згідно з цими положеннями нагальним є вирішення питання збереження цифрових бібліотечних ресурсів. З точки зору забезпечення збереження великих обсягів цифрових даних, останніми роками широкого застосування набула концепція управління життєвим циклом інформації, в основі якої лежить принцип поділу загального масиву даних на класи залежно від змісту, частоти звернень та терміну зберігання. Відповідно виділяються три ключові завдання зберігання цифрових даних: оперативний доступ до інформації, резервне копіювання та архівне зберігання<sup>54</sup>. Для вирішення кожного з них застосовується різне устаткування згідно зі специфічними вимогами до зберігання і доступу<sup>55</sup>.

*Оперативний доступ.* Головне завдання такої системи зберігання даних – негайне надання необхідних даних користувачам під час звернення. Основні вимоги до подібних систем – безперервність доступу і висока швидкість роботи. Ідеальним варіантом рішення є RAID-масиви.

<sup>53</sup> Puglia S. T., Reed J., Rhodes E. Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Image. *U. S. National Archives and Records Administration (NARA)*. 2004. 87 p. URL: <http://www.archives.gov/preservation/technical/guidelines.html>.

<sup>54</sup> Меленець А. В. Обрання типу сховища для зберігання документів страхового фонду в електронному вигляді. *Системи обробки інформації*. Харків, ХУПС. 2010. № 6 (87). С. 199–203.

<sup>55</sup> Шаньгин В. Ф. *Защита информации в компьютерных системах и сетях*. Москва : ДМК Пресс, 2012. 592 с.

*Архівне зберігання.* У цьому випадку передбачається зберігання важливої інформації упродовж тривалого часу із забезпеченням швидкого доступу до неї, що визначає цілком певні вимоги до технологій зберігання та обладнання, зокрема, тривале зберігання великих обсягів інформації у незмінному вигляді. Усім цим умовам відповідають роботизовані бібліотеки оптичних дисків.

Досвід створення електронних архівів свідчить про те, що обсяг архіву буде збільшуватися і швидко досягне терабайтних розмірів, проте в інтенсивному оперативному доступі знаходиться лише 5–10 % інформації. Отже, підсистема зберігання інформації повинна мати щонайменше два основних розділи: область оперативно доступної інформації з високою інтенсивністю використання та область довготривалого зберігання з високими вимогами до надійності, цілісності та безпеки даних.

#### *RAID-масиви та системи зберігання даних*

Оперативний архів створюють розміщенням на сервері у спеціальному розділі жорсткого диску (для невеликих обсягів інформації), на окремому жорсткому диску або RAID-масиві. Для підвищення надійності функціонування подібних систем використовуються засоби резервного копіювання, дублювання інформації та «дзеркальних дисків». RAID-масиви також використовуються для зберігання метаданих та облікової бази даних архіву. У практиці американських електронних архівів ці дані мають назву Master References File (еталонний файл). Найбільш перспективним рішенням, що одночасно задовольняє вимоги швидкості та надійності, є RAID-5 або RAID-6.

Подальшим кроком у зберіганні великих обсягів даних є спеціалізовані системи зберігання даних (СЗД). Сучасна система зберігання даних має містити такі основні компоненти: пристрої зберігання даних (жорсткі диски, компакт-диски тощо); інфраструктуру доступу серверів до пристроїв зберігання даних; систему архівування та резервного копіювання даних; програмне забезпечення керування зберіганням даних. Основними завданнями, які виконує СЗД, є надійне зберігання даних, а також стійкий до відмов та високопродуктивний доступ серверів до засобів зберігання даних. Основні методи, які використовуються сьогодні для реалізації цих завдань, можна охарактеризувати одним словом – дублювання (дублювання даних та каналів доступу до них). Більшість сучасних систем зберігання даних

здійснюють процеси реплікації та резервного копіювання в автоматизованому режимі<sup>56</sup>.

### *UDO-диски та роботизовані бібліотеки*

Для організації області довготривалого (архівного) зберігання використовуються змінні носії інформації CD/DVD/UDO та роботизовані бібліотеки на їх основі. Найбільш досконалі рішення підтримуються надщільним оптичним форматом (Ultra Density Optical, UDO) та технологією Blue-Ray. Популярність технології UDO ґрунтується на можливості записати на один носій 30–60 Гб інформації терміном зберігання інформації 50 років. Роботизована бібліотека є наступним етапом створення електронного архіву довготривалого зберігання; вона становить масив змінних дисків, розміщених у спеціальному корпусі. Рішення на основі роботизованої бібліотеки зі змінними носіями інформації також дозволяє досить легко вирішити питання технічного захисту інформації і забезпечити її надійне зберігання.

Щодо зберігання самих файлів електронних документів є два основних підходи: за умов використання першого з них електронні документи зберігаються у бінарному вигляді у відповідних полях самої бази даних архіву; другий підхід базується на тому, що файли можуть зберігатися окремо, а в базі даних є тільки електронні адреси файлів (вказується шлях доступу до файлу). Перший зі способів швидко призводить до цілої низки проблем: ускладнення резервування даних, перехід до іншої інформаційної платформи, зниження швидкої дії системи. Він може бути рекомендований лише для архівів з невеликим фізичним обсягом інформації.

Крім надійності та продуктивності електронного архіву або сховища даних важливою також є логічна структура сховища. За базову структуру рекомендується прийняти ієрархію папок з відповідними документами, яка буде відображати логічний зв'язок основних вузлів системи.

### *Інформаційна безпека та резервування даних*

До кола питань із забезпечення збереження цифрової інформації входять також питання інформаційної безпеки<sup>57</sup>. У процесі створення цифрових

<sup>56</sup> Обґрунтування вибору програмно-апаратних засобів архівів електронних документів довготермінового збереження / І. В. Петров, А. М. Стеценко, Н. В. Солоніна. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2010. Т. 12. № 1. С. 79–88.

<sup>57</sup> Браккер Н. В., Куйбышев Л. А. Сохранение цифрового наследия – мировой опыт. *Информационный бюллетень РБА*. Ч. 1. Доклады и сообщения. 2009. № 53. С. 23–27.



копій доступ користувачів до цифрового архіву необхідно регулювати залежно від виду, призначення і ступеня важливості інформації, способу оброблення даних тощо. Стосовно інформаційної безпеки інформацію можна розділити на чотири класи: критична (цифрові копії унікальних та особливо цінних документів), модифікація або пошкодження якої призведе до невиправної втрати (внутрішньосистемне програмне забезпечення цифрової техніки); важлива, доступна невеликій групі користувачів (налаштування прикладного програмного забезпечення, місце зберігання цифрових копій та розподіл доступу до ресурсів системи); інформація, несанкціонований доступ до якої може призвести до витоку більш цінних даних (ідентифікатори, паролі користувачів, мережеві налаштування); інформація, яка не викликає конкретної зацікавленості для зловмисників, однак вимагає захисту від випадкових порушень через безвідповідальність виконавців (службові бази даних обліку робіт, реєстрація адміністративних та технічних метаданих, структура та наповнення цифрової бібліотеки на веб-порталі)<sup>58</sup>.

Найбільшими для інформаційної безпеки є випадкові загрози. Вони призводять до найбільших втрат інформації, при цьому може відбуватися знищення, порушення цілісності та доступності інформації. Основними засобами захисту від випадкових загроз є регулярне дублювання (резервування даних) та програмне блокування помилкових операцій (формально-логічний контроль за цілісністю даних).

Навмисні загрози відповідно до їх фізичної сутності та механізмів реалізації можуть бути розподілені за такими основними групами: несанкціонований доступ до інформації, модифікація структури інформаційної системи та даних, шкідливе небезпечне програмне забезпечення.

Для протистояння як випадковим, так і навмисним загрозам систему інформаційної безпеки доцільно розглядати у вигляді єдності трьох компонентів: інформація; технічні та програмні засоби; обслуговуючий персонал і користувачі. На практиці застосовуються системи захисту у вигляді трьох складових частин: основного контуру безпеки, засобів протидії випадковому несанкціонованому доступу та засобів управління системою захисту. Основний контур виконує функції захисту носіїв даних (як змінних, так і

<sup>58</sup> Ковальчук Г. І. Критерії відбору книжкових пам'яток для першочергового поцифрування. *Наукові праці Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського*. Київ, 2010. Вип. 28. С. 141–147.



незмінних), захисту технічних засобів від несанкціонованого проникнення; контролю введення апаратури в режим виконання регламентних робіт. Випадковому несанкціонованому доступу можна запобігти постійним контролем за якістю та цілісністю інформації (контрольною сумою файлів), застосуванням мережевого програмного забезпечення із засобами аутентифікації. Центральною ланкою системи захисту є адміністрування системи безпеки, що включає реєстрацію користувачів, регламентацію їх доступу, реєстрацію паролів, перевірку журнальних записів, за якими можна прослідкувати за зверненням до інформації, її зміною та передаванням у межах локальної мережі<sup>59</sup>.

Основний контур інформаційної безпеки гарантується обмеженням доступу у приміщення для серверної та цінної цифрової апаратури; допуском до роботи з професійним цифровим обладнанням підготовлених спеціалістів (системних адміністраторів та спеціалістів з цифрового оброблення зображень); регулярним проведенням навчання та заходів з підвищення кваліфікації. Цілісність та збереження цифрового ресурсу забезпечується регулярним перевірянням якості цифрових матеріалів та резервуванням даних: оперативним (на серверах через захищені протоколи передавання даних) та довгостроковим (на носіях довготривалого зберігання даних, аналогічних UDO-дискам). Носії довготривалого зберігання даних страхового фонду цифрових копій захищаються паролем та зберігаються у спеціально облаштованому сховищі (сейфі).

Захист інформації від навмисного несанкціонованого доступу забезпечує система розмежування доступу до інформації, що заснована на керуванні доступом. Найбільш складним є розмежування доступу користувачів до баз даних, де він регламентується правилами, які визначені для окремих частин бази даних і містить такі основні ланки, як ідентифікація → аутентифікація → авторизація. Основним засобом на сьогодні залишається парольна аутентифікація, яка потребує певного свідомого ставлення персоналу до своїх приватних даних.

Стосовно шкідливого програмного забезпечення найнадійнішим методом захисту є використання ліцензійних професійних програмних антивірусних засобів, а також виконання користувачами правил безпечної ро-

---

<sup>59</sup> Charter on the Preservation of Digital Heritage. UNESCO. URL: [http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL\\_ID=17721&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=17721&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

боти з інформацією: дублювання (резервування) особливо цінної інформації, обережність у разі використання змінних носіїв інформації та нових файлів (унеможливлення використання змінних носіїв інформації та доступу до мережі Інтернет у зоні доступу до цифрових копій унікальних та особливо цінних документів).

Як показав практичний досвід, для повноцінної реалізації центральної ланки системи захисту інформації найбільш дієвим засобом адміністрування є застосування доменних політик та забезпечення серверного централізованого керування системою антивірусного захисту (аналогічного Symantec Endpoint Protection), автоматичне протоколювання сеансів авторизованого доступу до FTP-серверів та веб-серверів.

*Формування бібліотечних ресурсів онлайнного доступу як засобу обмеження доступу до оригіналів документів на папері*

На основі цифрових інформаційних ресурсів для повноти розкриття змісту особливо цінних та популярних фондів НБУВ продовжено формування на порталі НБУВ онлайнних електронних повнотекстових колекцій на основі оцифрованих документів, що забезпечує доступ до них широкого загалу користувачів в ощадливому режимі без безпосереднього звернення до паперових оригіналів. Відбір документів до сформованих колекцій проводився з урахуванням попиту на документи та рекомендацій науковців відділу наукових технологій збереження фондів щодо фактичного фізичного стану документів.

## **6. 2. Спеціальні матеріалознавчі дослідження процесів штучного старіння паперу**

Другий вектор нашої моделі наукових досліджень включав дослідження, які стосувалися аналізу фізичного стану документів, що зазнали впливу аварійної ситуації чи техногенного навантаження. Для вивчення та аналізу факторів впливу на документи, що побували в зоні надзвичайної ситуації та зазнали техногенного навантаження навколишнього середовища, а також з метою удосконалення їх режимів зберігання в НБУВ було реалізовано комплекс спеціальних матеріалознавчих досліджень штучного старіння модельних зразків різних видів паперу та палітурних матеріалів. Дослідження на модельних зразках процесів старіння різних видів паперу, що відображали матеріальну основу окремих бібліотечних документів, які по-

бували у надзвичайній ситуації, здійснювалося у порівнянні з документами без негативного техногенного навантаження.

Отже з метою мотивації розроблення та надання адресних рекомендацій для забезпечення збереження раритетних документів, надрукованих на газетному, офсетному та друкарському видах паперу, що побували у ненормативних умовах, нами були виконані експериментальні дослідження штучного старіння модельних зразків цих видів паперу в режимі термічного старіння після надмірного зволоження, заморожування та висушування.

Аналіз фізичного стану документів, що зазнали техногенного навантаження, та паперу під час проведення експериментів на модельних зразках дозволяє узагальнити заходи, що мають забезпечити подальше ефективне зберігання фондів. Диференціація документів відповідно до ступеня їх фактичного фізичного стану за результатами виконаних науково-прикладних обстежень та експериментальних досліджень паперу дозволяє значно полегшити планування і організацію масового оброблення книг, забезпечуючи раціональне вилучення книг з одноманітними дефектами і пошкодженнями. У поставарійний період має здійснюватися поділ загальної технологічної схеми на окремі операції, що значно підвищує продуктивність роботи з повернення книг до стану, за якого їх можна видавати користувачам. Із книжковими фондами, що зазнали техногенного навантаження з тих чи інших причин, бажано проводити як весь технологічний цикл робіт, так і окремі операції: реставрацію паперових аркушів, виготовлення оправи або її реконструкцію, створення читацьких електронних копій, підтримання нормативних режимів зберігання фондів у цілому. Тому для позитивного вирішення завдання збереження документів, що зазнали техногенного навантаження, актуальною залишається реалізація усіх можливих різновидів превентивної та перспективної консервації.

Слід підкреслити, що оригінальність здійснених нами експериментів полягала у тому, що такі матеріалознавчі дослідження штучного старіння паперу на сьогодні в бібліотеках України не проводяться. До позитивів цих експериментів, безсумнівно, слід віднести застосування досить широкого спектру інструментальних, математичних та прикладних методів, що не лише реалізовано в НБУВ вперше, а ще й дозволило найбільш повно розкрити завдання та перспективи подальшого зберігання документів на традиційних носіях, що зазнали негативного впливу навколишнього середовища. У рамках виконання комплексу експериментів нами застосовувалися

сучасні прилади для контролю фізико-механічних показників паперу, подані у розділі «Ілюстративний матеріал» (див. фото 1–5).

За результатами проведених експериментів нами встановлено ще деякі важливі аспекти забезпечення збереження окремих категорій документів. Найменші зміни показників механічної міцності в умовах проведеного штучного термічного старіння паперу в термостаті з підвищеною температурою були виявлені у зразках паперу з бавовняної та лляної маси (ганчір'яний папір). Кореляційна залежність необхідних превентивних заходів для документів НБУВ від результатів виконаних експериментів передбачала такий взаємозв'язок: у структурних підрозділах, де зберігаються документи на газетному папері, друкарському низької якості та афішному папері, вимоги щодо світлового режиму мають виконуватись найбільш неухильно. Освітлення цих документів прямими сонячними променями є не просто небажаним, а згубним для їх довготривалого зберігання. Стосовно документів, які представлені на ганчір'яному та друкарському папері, то намокання та висушування їх призводить до значного зменшення їх механічної міцності внаслідок вимивання проклеювальних речовин та наповнювачів. Враховуючи зазначене, необхідним стає зменшення будь-якого механічного навантаження на ці документи. Тому безумовно важливо підтримувати нормативне (без стиснення) розміщення цих документів на бібліотечних полицях, виконувати усі застережні технологічні заходи під час виготовлення електронних копій, а також правильно знімати ці книги з книжкових полиць за верхній і нижній корінці під час обслуговування користувачів.

Логічним є висновок про те, що експерименти для вивчення та аналізу впливу різних факторів на документи, що побували в зоні аварії та зазнали техногенного навантаження навколишнього середовища, охоплювали також дослідження грибостійкості зазначених модельних зразків паперу. За результатами цих мікробіологічних експериментів було отримано нетривіальні дані, що свідчать про вищу грибостійкість паперів, які підлягали заморожуванню та подальшому висушуванню. Оскільки ганчір'яний папір серед досліджених виявився найбільш нестійким до грибостійкості та заражався на 7-му добу експерименту (за кімнатної температури) і на 3-тю добу (за температури 29°C), то за виникнення аварійної ситуації слід насамперед звертати увагу на документи, матеріальною основою яких є ганчір'яний папір. Адже саме вони потребуватимуть, порівняно з іншими,

першочергових консерваційних заходів для їх збереження. Для класифікації факторів впливу грибостійкості різних зразків паперу встановлено, що температурний фактор також впливає на стійкість паперу до зараження мікроміцетами. Тож у теплу пору року слід більш оперативно реагувати на виникнення аварійних ситуацій і не допускати збільшення надмірної зволоженості документів на папері на термін більше семи діб.

Неочікувано, що оброблення паперу після замокання методами «заморожування» та «заморожування+висушування» дещо підвищує його грибостійкість, оскільки це було виявлено у дослідях з ганчір'яним та газетним видами паперу. Не виключено, що, оскільки папір має свою мікобіоту, вона може стати причиною його контамінації у разі потрапляння вологи на паперову основу документів через ненормативні умови зберігання. Тому так важливо підтримувати нормативний температурно-вологісний режим, зменшити кількість забруднюючих домішок у повітрі сховищ та насамперед унеможливити виникнення будь-якої аварійної ситуації.

#### *Фазове зберігання як превентивний захід збереження бібліотечних документів*

Для створення умов стабілізації фактичного фізичного стану фондів, що зазнали негативного впливу аварійної ситуації, може застосовуватися такий відомий превентивний захід, як фазове зберігання бібліотечних документів. Як відомо, технологія фазового зберігання документів передбачає створення специфічного бар'єру між середовищем зберігання і документами. Для забезпечення сталості фізико-хімічних показників матеріальної основи документів застосовуються різні варіанти фазової консервації, за яких уповільнюється доступ до них шкідливих факторів. На сьогодні для фазового зберігання бібліотечних документів використовуються широкі можливості завдяки сучасній промисловості: від використання готових коробок чи папок із нейтральних матеріалів до виготовлення індивідуальних засобів для зберігання документів із спеціально підібраних витратних матеріалів. Зазвичай кожна бібліотека може реалізувати один із декількох шляхів для запровадження фазової консервації фондів залежно від власних фінансових можливостей.

За науковими джерелами відомо, що для запровадження фазової консервації фондів необхідні: технологічна лінія, матеріал (безкислотний картон) та спеціалісти для обслуговування.

Для фазової консервації у США наприкінці минулого століття була знайдена нова промислова лінія для виготовлення контейнерів, що управляється за допомогою комп'ютера; зараз вона відома як установка Custom Manufacturing, Inc. (СМІ). На цій лінії кожен контейнер виготовляється автоматично з використанням високоякісного гофрованого картону, враховуючи товщину кожної книги, що має розміщуватися у цьому контейнері, із запасом не більше 3–4 мм. Припустиме відхилення від розмірів у межах 1 мм. За цією технологією для подолання наслідків пожежі 1988 р. для Бібліотеки Російської академії наук (БРАН) у США було виготовлено 11,5 тис. контейнерів.

Наукові джерела свідчать про те, що інститутом П. Гетті (Німеччина) також пропонується подібна технологія СМІ *BOXMAKER-2*. Під час використання цих установок дані про виконання операцій з вимірів формату документів та виготовлення контейнерів заносяться в єдину систему баз даних, де зафіксовано також бібліографічні дані, опис фактичного фізичного стану документів, перелік необхідних стабілізаційних оброблень. За відгуками про практичне використання цієї установки для виготовлення контейнерів вона характеризується надійністю, простотою обслуговування та ефективністю експлуатації в умовах бібліотек. Її розміри досить компактні: ширина 530 см, висота разом зі столом 200 см, глибина 112 см. Максимальний розмір матеріалу, з якого виготовляються контейнери, 122 x 244 см. У комплекті установки потужністю 15 ампер перемінного струму задіяно комп'ютер та повітряний компресор потужністю 20 ампер перемінного струму. З використанням зазначеної лінії можна виготовляти щонайменше до трьохсот індивідуальних, найрізноманітніших за розмірами контейнерів для книг на день, тобто 50 тис. штук на рік одним оператором.

Придбання такого високовартісного обладнання і безкислотного картону кожною бібліотекою недоцільне або взагалі неможливе. Сучасний ринок пропонує різноманітні готові засоби для зберігання документів з ослабленою матеріальною основою. Також у бібліотеках можна організувати виготовлення індивідуальних засобів зберігання документів (ІЗЗ) ручним способом. Ці операції можуть бути виконані спеціалістами, які пройшли стажування у спеціалізованих консерваційних центрах. Можливо також замовити виготовлення ІЗЗ необхідних розмірів на державних чи приватних підприємствах України або за її межами.

Ефективною складовою забезпечення збереження документів з ослабленою матеріальною основою, що реалізується у НБУВ (відділи реставрації та оправи), є не тільки відновлення унікальних раритетних фондів, але і забезпечення сприятливих умов для їх подальшого постійного зберігання. Оскільки відреставровані аркушеві матеріали і палітурки книжок залишаються вразливими у процесі подальшого зберігання і переміщення, то вони потребують додаткового захисту. Отже, після відновлення документів реставратор має ретельно продумати конструкцію надійного захисного пристосування і виготовити його з довговічних, нейтральних матеріалів з натуральних волокон з урахуванням індивідуальних умов зберігання кожного окремого документа.

Найбільш надійним захисним пристосуванням, яке успішно використовується у НБУВ, є коробка з відкидною кришкою (див. фото 6). Вона захищає документ від пилу, світла, можливих механічних пошкоджень, забезпечує опір книжковому блоку, оберігає його під час переміщення. У таких коробках зберігаються найцінніші книги; занадто тонкі, старі книги; книжкові блоки з втраченою палітуркою або книги, цілісність плетіння яких порушена; книги, палітурні кришки яких покриті специфічними матеріалами (тканиною, тканиною з вишивкою, шкірою з тисненням, пергаментом), або містять у палітурці елементи, що можуть пошкодити книги, які зберігаються поряд (каміння, металевий оклад або металеву фурнітуру, тканинні або шкіряні зав'язки, що чіпляються за книги). Також у коробки розміщуються документи з незадовільним фізичним станом, реставрація яких найближчим часом неможлива з різних причин. Коробка з відкидною кришкою складається з нижньої кришки, до якої за допомогою клею тканинними або коленкоровими смужками приклеюються три нерухомі боковинки і четверта відкидна з прикріпленою верхньою кришкою. Кришки можуть бути з кантами або без них, але їх розміри не повинні значно перевищувати розміри книги. Затісна коробка ускладнить виймання книги, що призведе до стирання або пошкодження палітурки. Завелика за розміром коробка не забезпечить належної опори книжковому блоку і призведе з часом до стирання палітурки через переміщення коробки з книгою.

Інколи для кращого естетичного вигляду книжкових полиць у читальних залах корінець коробки можна виготовити заокругленим, імітуючи корінець книги. Різновидом коробки з відкидною кришкою є коробка, в якій товщина корінця дорівнює ширині кришок (див. фото 7). Такі коробки



виготовляються для зберігання особливих документів – сувоїв. Вузькі сувої, складені зі щільних паперових або пергаментних аркушів, склеєних по довжині, нещільно намотуються на вал і вкладаються в коробку, що захищає основу документа. Безперечно, що для виготовлення цих захисних коробок використовуються безкислотні та довговічні матеріали. Клей, що використовується для з'єднання конструктивних елементів коробок, має забезпечувати міцний шов, відповідати вимогам консерваційних стандартів і бути хімічно стабільним. Для виготовлення захисних пристосувань зазвичай використовується тільки густий борошняний клей.

Інколи колекційні книги зберігаються у футлярах, які були виготовлені для їх зберігання. Найчастіше зустрічаються футляри, виготовлені індивідуально для конкретної книги, рідше – поліграфічним способом для всього тиражу. Футляри у фондах зустрічаються закриті (з клапаном або без клапана) і відкриті (див. фото 8). На сьогодні футляри подібної конструкції уже не виготовляються, за необхідності реставруються ті, що зберігаються у фондах і становлять історичну або поліграфічну цінність.

Для гарантування захисту на полицях відкритого доступу в читальних залах необхідно, щоб книги були постійно в полі зору. Для таких видань виготовляються відкриті книжкові футляри. Вони складаються з двох палітурок і двох боковинок, закривають нижній і бічний обрізи. Корінець і верхній обріз залишаються відкритими. Один із верхніх кутів кришки зазвичай закруглюється (див. фото 9). Така конструкція футляра забезпечує тонким і пошкодженим виданням надійну опору книжкового блоку, захищає делікатні поверхні палітурки від стирання і водночас футляр залишається фактично невидимим, не закриваючи корінець книги. Товщина футляра передбачається трохи більша за товщину книги з метою вільного її вилучення. Для виготовлення описаних футлярів використовуються матеріали такі ж, як і для коробок: безкислотний палітурний картон товщиною 2,5–3 мм, зовні і всередині картон покривається безкислотним грибо-стійким папером, тканиною або шкірою, внутрішнє покриття обов'язково має бути з гладеньких матеріалів.

Крім коробок і футлярів для зберігання документів, що характеризуються ослабленим фізичним станом, в умовах негативного впливу навколишнього середовища можуть виготовлятися картонні папки з клапанами і зав'язками (див. фото 10). Ці ІЗЗ виготовляються для зберігання неперепле-



тених аркушевих матеріалів; унікальних книг, які втратили оправу, заміна якої новою неможлива; книг, які втратили цілісність (з відокремленими від блоку корінця, кришок, оправи в цілому); незшитих документів; примірників з тонкою паперовою обкладинкою. Папки виготовляються різних розмірів: для книг-мініатюр (розміром 30 x 40 x 16 мм), для фоліантів; паперових і пергаментних грамот. Як покрівельні матеріали для таких папок застосовуються шкіра, мармурові папери, тканина тощо. Для фіксації документів у папках з тасьми або шкіри виготовляються зав'язки. Слід додати, що на папках великих розмірів зав'язки виготовляються на всіх трьох клапанах.

Ще одним різновидом ІЗЗ для зберігання тонких книг, документів з частковою деструкцією паперу блоку або альбомів великого формату, для непереплетених, окремих аркушевих документів, для грамот на пергаменті є папки з боковим клапаном, рівним за площею палітурним кришкам або за розміром аркушевих матеріалів (див. фото 11).

Іноді для зберігання особливо цінних документів виготовляються різні захисні пристосування оригінальних конструкцій. Наприклад, окремі рукописні аркуші з кольоровими мініатюрами вкладаються у паспарту, а декілька паспарту – у папку. Потім папки вкладаються у коробку з відкидною кришкою на зав'язках. Отже, і пергаментним аркушам книжкового блоку, і мініатюрам забезпечується захист від викривлення, деформації, заломів і загинів.

Для переміщення або транспортування документів великих розмірів – мап, афіш та плакатів – виготовляються папки з ручками, в яких товщина корінця папки дорівнює ширині кришок. Папка має застібки-липучки або зав'язки і довгі ручки з широкої лляної палітурної тасьми. Документ намотується на круглий вал, на кінцях якого приклеюються шести- чи восьмигранні обмежувачі для надійного закріплення документа в папці.

Для зберігання і переміщення документів великих розмірів виготовляються також тубуси – циліндричні футляри з палітурного картону товщиною 1,25–1,5 мм. Тубус складається з двох частин: довгої нижньої кришки для зберігання документа та короткої верхньої кришки. Зовні тубус обклеюється папером, палітурним матеріалом або шкірою. У кришці прорізається віконечко для вентиляції, заклеєне тонким шовком для захисту від попадання пилу. Зберігають документ, намотуючи його на картонну трубку-бобіну, довжина якої трохи перевищує довжину документа.

Для цінних відреставрованих рукописних аркушів, грамот, дипломів, довідок виготовляються паперові паспарту з одним або двома клапанами зі щільного нейтрального паперу (масою 120–160 г/м<sup>2</sup>). На паспарту може наноситися інформація про документ. Кілька таких паспарту можна вкладати в архівну коробку, в папку з клапанами або коробку з відкидною кришкою для подальшого постійного зберігання (див. фото 12).

Для книг-конвolutів і для переплетених газетних підшивок XVIII–XX ст. фахівцями НБУВ була розроблена оригінальна форма оправи з одним або трьома клапанами на нижній палітурній кришці (див. фото 13). Окремі складові книг-конвolutів бувають різними за висотою і шириною. Зшиті в один книжковий блок такі видання втрачають опору для найвищих і найширших аркушів; на нижні аркуші потрапляє пил, що важко піддається знепилюванню, під час якого може пошкодитися папір. Клапани захищають блок оправи від впливу пилу і світла під час зберігання, а також від можливих механічних пошкоджень аркушів, що виступають за краї обрізу. На кришках великоформатних видань для більш надійної фіксації блоку виготовляються зав'язки. Для книг, що містять елементи, які не прикріплені до книжкового блоку, виготовляється палітурка з кишенею на нижній або на верхній палітурній кришці.

У документах інколи можуть зберігатися мапи, викрійки, рекламні буклети, що належать до періоду виготовлення документів, тож мають історичне значення. У книгах, що є частиною певного зібрання, часто містяться записки їх власників, фотографії, листівки, газетні вирізки. У разі втрати окремих аркушів книги іноді замість відсутніх аркушів вкладалися дописані від руки або додруковані сторінки. Для їх зберігання на приклеєному форзаці палітурки приклеюється «кишеня» зі щільного, схожого на форзацний папір або з палітурного матеріалу – найчастіше колєнкору, рідше – шкіри.

Для невеликих книг, брошур або книг у тонкій паперовій палітурці виготовляються захисні обкладинки з міцного щільного паперу з клапанами, закритими на нижньому обрізі. Таке захисне пристосування не потребує багато часу для його виготовлення, не надто потовщує книгу, не вимагає зав'язок, але водночас захищає обкладинку та аркуші, а також забезпечує опору книзі в цілому. Для виготовлення таких захисних обкладинок доцільно використовувати папір з невеликим показником жорсткості. Для захисту палітурки від забруднень і впливу світла, а також для запобігання

пошкодженню цінних, старих палітурних матеріалів, для запобігання стиранню нестійких написів на палітурці або барвистих тиснень в деяких випадках достатньо застосувати суперобкладинку зі щільного нейтрального паперу масою 120–160 г/м<sup>2</sup>.

Для зберігання колекції книг-мініатюр (книги висотою до 10 см) в НБУВ застосовуються коробки-шухляди шириною 9–10 см, довжиною 18 см, висотою 6 см, що зберігаються на полицях закритих книжкових шаф (див. фото 14). Виготовлення певної кількості таких коробок, в кожному з яких поміщається 10–20 малоформатних документів, дозволило звільнити кілька книжкових полиць. Розміщення книг-мініатюр у такі шухляди не лише покращує естетичний вигляд колекції мініатюрних видань, а й сприяє їх кращому зберіганню.

Отже, у кожному конкретному випадку для унікальних, цінних і рідкісних документів з усього різноманіття захисних пристосувань вибираються ІЗЗ індивідуальної конструкції, що дозволяє максимально захистити документ під час довготривалого зберігання.

Моніторинг документів НБУВ, що зберігаються в описаних ІЗЗ, показує безперечні переваги оптимального поєднання традиційних підходів, інновацій матеріалознавства та інших сучасних превентивних методів для гарантування стабільності фізичного стану фондів на подальшу перспективу<sup>60</sup>.

### **6. 3. Створення оптимального повітряного середовища у бібліотечних приміщеннях**

Щодо третього вектора наукових досліджень, тобто комплексного вирішення завдання створення оптимального повітряного середовища для усіх категорій документів шляхом знезараження та очищення повітряних потоків у сховищах, то науково-дослідними інститутами НАН України та сучасними вітчизняними приватними фірмами пропонуються наукові розробки, конкретні комерційні пропозиції для комплексного вирішення цього завдання. Для усунення спор мікроміцетів та бактерій у повітрі приміщень

<sup>60</sup> Омельченко Н. М., Сорокіна Л. А. Разработка индивидуальных защитных приспособлений для хранения раритетных документов Национальной библиотеки Украины имени В. И. Вернадского. *Обеспечение сохранности библиотечных фондов: научные экономические и практические аспекты* : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 21–22 окт. 2013 г. Санкт-Петербург : РНБ, 2014. С. 178–186.

зазвичай використовуються різні методи фільтрації та дезінфекції. Метод фільтрації тільки затримує бактерії та спори на фільтрах, де вони можуть розмножуватися та, за деяких умов, потрапляти у приміщення. Методи дезінфекції газами та аерозолями можуть бути шкідливими для здоров'я людини та пошкоджувати матеріальні цінності, серед них і документи на паперових носіях тощо. Відомо, що останнім часом були розроблені фотокаталітичні методи знешкодження мікроорганізмів у повітрі. Вони не призводять до утворення шкідливого озону, однак їхня ефективність досить низька, тому в традиційних очищувачах повітря використовується послідовний набір фільтрів: фотокаталітичний, плазмовий, вугільний, НЕРА фільтри тощо. Все це викликає суттєве здорожчання фільтрувальних систем та збільшення їх розмірів.

З метою пошуку та апробації найновіших досягнень сучасної науки для створення оптимального повітряного середовища у приміщеннях бібліотек, насамперед у сховищах, де зберігаються документи, цікавими та перспективними можуть бути результати спільних експериментальних досліджень нового композиційного матеріалу із посиленою бактерицидною та антигрибковою дією. У рамках наукової співпраці фахівцями Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського та Донецького фізико-технічного інституту імені О. О. Галкіна НАН України проводились експериментальні дослідження з тестування модуля для очищення повітря від типових бактерій та спор мікроміцетів. Цей модуль використовує комплексну взаємодію з мікроорганізмами: механічну взаємодію із шипами тетраподів окису цинку, фотокаталітичний процес на наночастинках окису цинку, дезінфекцію наночастинками срібла. Ці дослідження були проведені в приміщенні НБУВ об'ємом 36 м<sup>3</sup>, де зазвичай концентрація колоній грибів та бактерій максимальна, оскільки тут здійснюється індивідуальне санітарно-гігієнічне оброблення документів, уражених мікроміцетами. Проби з повітря для мікробіологічних аналізів відбиралися до, під час та після роботи модуля аспіраційним методом з використанням приладу «Тайфун» (Р-40). Інкубація проб була проведена за температури 25°C, щоб забезпечити зростання колоній грибів та бактерій. Аналіз проб повітря у зазначеному приміщенні показав, що початковий рівень забруднення повітря мікроорганізмами складав 115 КУО/м<sup>3</sup>. Через дезінфекцію паперових аркушів книжок спостерігалось зростання концентрації колоній мікроорганізмів у повітрі до 150 КУО/м<sup>3</sup>, а після роботи модуля впродовж 60 хвилин їх кількість

зменшилася у 5 разів і не перевищувала 30 КУО/м<sup>3</sup>. Концентрація колоній мікроорганізмів упродовж роботи модуля до кінця робочого дня становила 20 КУО/м<sup>3</sup>. Слід зазначити, що наступного дня перед початком роботи концентрація мікроорганізмів у повітрі приміщення становила 60 КУО/м<sup>3</sup>. Уже ці отримані попередні результати свідчать про високу ефективність застосованої технології<sup>61</sup>. Однак через те, що експериментальна база не була наповнена достатньою кількістю проб для застосування модуля з метою очищення повітря в приміщенні Бібліотеки від мікроміцетів – типових контамінантів мікобіоти, ці експерименти, на наш погляд, слід продовжити. Також у рамках цих експериментів необхідно більш детально вивчити вплив зазначеного методу на сталість фізико-механічних показників паперу книжкових блоків та палітурних матеріалів.

На перспективу для впровадження інновацій у сферу збереження рухомих пам'яток бібліотек України стратегічно важливим стає вивчення, апробація та впровадження нових технологій очищення повітря сховищ від різноманітних біологічних чинників. Бажано, щоб під час застосування цих технологій фактичний фізичний стан фондів не погіршувався, реагенти діяли на закриті документи, що розміщені на полицях у сховищах, а використані методи і речовини були б абсолютно безпечними для людини та довкілля.

---

<sup>61</sup> Даниленко І. А., Горбань О. О., Затока Л. П., Куява Л. М. Фотокаталітичний композиційний матеріал для інактивації бактерій та спор грибів, що переносяться повітряним шляхом. *Бібліотека. Наука. Комунікація. Розвиток бібліотечно-інформаційного потенціалу в умовах цифровізації* : матеріали Міжнар. наук. конф. Київ, 6–8 жовт. 2020 р. / НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України, Рада дир. б-к та інформ. центрів акад. наук – членів МААН. Київ, 2020. С. 562–565.

## ПІСЛЯМОВА

Проведені наукові дослідження для впровадження різних форм превентивної консервації у наукових бібліотеках показали їх перспективність як основної умови забезпечення збереження фондів на традиційних носіях. Монографія відображає усю багатогранність процесу запровадження превентивних методів забезпечення збереження фондів для розв'язання проблеми захисту та збереження цінних документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського та бібліотек науково-дослідних установ НАН України. Процес реалізується такими напрямками: оновленням основних положень сучасної системи збереження фондів; біологічним (встановлення кількісної та таксономічної характеристики складових мікроміцетів з повітря сховищ, документів; дослідження нових екологічно безпечних біоцидних препаратів) та хіміко-технологічним (мінімізація екологічного та техногенного впливу навколишнього середовища на матеріальну основу документів).

Погіршення стану навколишнього середовища є однією з причин старіння матеріальної основи документів на різних носіях, а уповільнення цього процесу – завданням бібліотечної науки. Папір як матеріальна основа більшості бібліотечних документів упродовж століть довів свої переваги щодо довговічності. Однак рукописи, стародруки, друковані видання XIX–XXI ст., які зберігаються у фондах наукових бібліотек та інших профільних установ, потребують особливої уваги з причин застосування для їх виготовлення ганчір'яного паперу, паперу машинного способу виробництва з проклеюванням у кислому середовищі, тваринних та рослинних клеїв, різних наповнювачів, фарб тощо. Документи на цих видах паперу більш залежні від умов зберігання, адже процеси їх старіння протікають інтенсивніше через недотримання нормативних режимів зберігання. Досвід роботи НБУВ у справі забезпечення збереження фондів та проведені інструментальні наукові дослідження з екології приміщень переконливо підтверджують, що стабільність фізико-хімічних показників бібліотечних матеріалів значно зростає за умови підтримання у сховищах нормативних режимів зберігання та управління ними<sup>62</sup>.

<sup>62</sup> *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: збереження, консервація та реставрація бібліотечних фондів в Україні (1992–2019)* : монографія / Л. В. Муха, Л. П. Затока, Л. М. Куява; НАН України, Нац. б-ка України імені В. І. Вернадського, Центр консервації і реставрації. Київ, 2019. 234 с. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/everlib/item/er-0003705>.

У запропонованому виданні забезпечення збереження фондів наукових бібліотек України розглядається у пропорційній залежності від сталості нормативних параметрів внутрішнього середовища у цих будівлях та унеможливлення активного впливу негативних чинників навколишнього середовища. Саме цілісність і функціональність будівлі виступає гарантією постійності цієї пропорції.

Матеріалознавчими дослідженнями встановлено, що на збереження рукописних документів і книжкових фондів на папері значною мірою впливає хімічний склад волокнистого матеріалу. У процесі природного старіння зменшується ступінь полімеризації целюлози, підвищується вміст низькомолекулярних фракцій з карбоксильними і карбонільними функціональними групами. Ці хімічні процеси зумовлюють зміну фізико-механічних властивостей паперу, що необхідно враховувати для розробки різноманітних консерваційних операцій, адже композиційний склад матеріальної основи залишається незмінним від часу створення документів. Все це дає змогу зробити висновок про те, що для наукових бібліотек України перспективним сучасним напрямом у сфері забезпечення збереження фондів залишаються різні форми превентивної консервації, що ґрунтуються на останніх досягненнях матеріалознавства, хімічної та біологічної галузей.

Віддаючи належне ефективності цифрових технологій та важливості побічної консервації для забезпечення збереження оригіналів документів та цифрової інформації, в усіх розділах видання підкреслюється необхідність реалізації превентивних методів для забезпечення збереження у несприятливих екологічних умовах саме оригіналів документів на папері та пергаменті як гарантії можливості відтворення інформації за використання будь-яких копіювальних технічних засобів. Адже саме існування першоджерел на традиційних носіях у стабільному фізичному стані завдяки превентивній та перспективній консервації є запорукою для здійснення різноманітних копіювальних операцій для перенесення інформації на інші більш досконалі носії у майбутньому.

Вважаємо, що наукові дослідження впливу екології на стан бібліотечних документів мають стати постійною складовою бібліотечної науки та основою для створення комплексних програм захисту фондів бібліотек України, її історико-культурної спадщини.

Монографія презентується як розгорнуте підґрунтя для запровадження диференційованого підходу до забезпечення збереження та захисту фондів бібліотек України в умовах сьогодення.



## ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ

### Прилади для вимірювання фізичних та механічних властивостей паперу



Фото 1. Прилад для вимірювання товщини паперу та картону (товщиномір ТГК-Т)



Фото 2. Прилад для вимірювання руйнівного зусилля



Фото 3. Прилад для вимірювання опору продавлюванню





Фото 4. Прилад для вимірювання міжволоконних зв'язків



Фото 5. Прилад для вимірювання опору злому

**Індивідуальні засоби для зберігання раритетних документів**

Фото 6. Коробка з відкидною кришкою



Фото 7. Коробка з відкидною кришкою, в якій товщина корінця дорівнює ширині кришок



Фото 8. Закритий футляр



Фото 9. Відкритий футляр із закругленими верхніми кутами



Фото 10. Папка з клапанами на зав'язках



Фото 11. Папка с боковим клапаном, що відповідає за площею розміру листових матеріалів

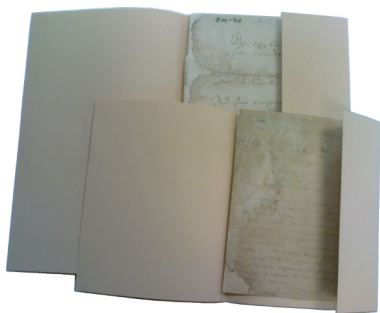


Фото 12. Паспорту

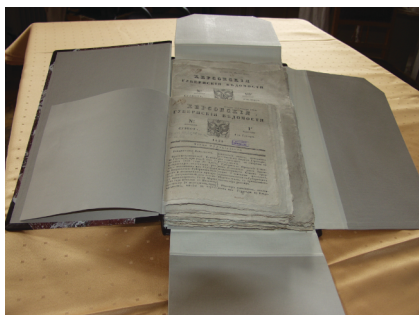


Фото 13. Оригінальна оправа з клапанами



Фото 14. Коробка-шухляда для зберігання колекції книг-мініатюр

## Комахи-шкідники бібліотечних приміщень та документів

### Жуки-шкіроїди (*Desmestidae*)



Рис. 5. Шкіроїд шинковий  
(*Dermestes lardarius* L.)



Рис. 6. Шкіроїд шубний  
(*Attagenus pellio* L.)



Рис. 7. Шкіроїд Смірнова  
(*Attagenus smirnovi*)  
Зліва – самець, справа – самка

### Жуки-точильники або Шашелі (родина *Anobiidae*)



Рис. 8. Меблевий точильник  
(*Anobium punctatum* Deg.)



Рис. 9. Хлібний точильник  
(*Stegobium paniceum* L.)



Рис. 10. Пошкодження деревини жуками точильниками



Рис. 11. Облудник злодій  
(*Ptinus fur* L.)



Рис. 12. Жук-чорнотілка  
(*Tenebrionidae*)



Рис. 13. Жук-скритник  
(*Latridiidae*)

**Лускокрилі або метелики (*Lepidoptera Linnaeus*)**



Рис. 14. Міль платтяна  
(*Tineola bisselliella*)



Рис. 15. Міль шубна  
(*Tinea pellionella*)



Рис. 16. Килимова міль  
(*Trichophaga tapetzella*)

**Сіноїди (*Psocoptera*)**



Рис. 17. Книжковий сіноїд



Рис. 18. Пошкодження документів книжковими вошами





Рис. 19. Пілова воша  
(*Trogium pulsatorium* L.)



Рис. 20. Книжкова воша  
(*Liposcelis divinatorius* Mull.)



Рис. 21. Лусочниця звичайна  
(*Lepisma saccharina*)



Рис. 22. Пошкодження документа  
лусочницею



Рис. 23. Таргани  
(чорний та рудий «Прусак»)



Рис. 24. Пошкодження документів  
тарганами



Рис. 25. Відбір комах-шкідників для дослідження



Рис. 26. Дослідження біології комах



Рис. 27. Ручне очищення документів від шкідників



Рис. 28. Дезінсекція документів від комах-шкідників



*Наукове видання*

*Затока Любов Петрівна, Куява Людмила Михайлівна, Крікова Таміла  
Вальтерівна, Лобузін Катерина Вілентіївна, Муха Людмила Вікторівна,  
Остапенко Аліна Анатоліївна, Савчук Ярослав Ігоревич*

**ПРЕВЕНТИВНІ МЕТОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ  
ДОКУМЕНТІВ НАУКОВИХ БІБЛІОТЕК  
У НЕСПРИЯТЛИВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ**

Відповідальний редактор  
*Л. В. Муха*, кандидат історичних наук

Редактор *Н. В. Лоцинська, Г. М. Малигон*

Комп'ютерне верстання  
*О. М. Литвин*

Підписано до друку  
Формат 70x100/16. Папір. офс. Ум. друк. арк.  
Обл. вид. арк. Наклад . Зам. №

Видавець і виготівник Національна бібліотека України  
імені В. І. Вернадського  
03039, Київ, просп. Голосіївський, 3

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
До Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів  
ДК № 1390 від 11. 06. 2003 р.